TRATTATO ELEMENTARE

DI

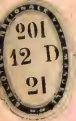
ONTOLOGIA UNIVERSALE

DI

GIUSEPPE GALLO

Dottore aggregato alla Facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali della R. Università di Torino.

VOLUME UNICO

Parte Seconda, Terza ed ultima

PARTE SECONDA

CAPITOLO I.

Degli Astri in generale ed in particolare della Terra.

Dopo la creazione della materia primordiale e la successiva condensazione in materia atomica e rarefazione in materia eterea, l'universo consisteva in un numero infinito di atomi che si muovevano nell'etere per mezzo del quale venivano messi in relazione gli uni cogli altri. La materia primordiale nel generare gli atomi, primi germi di tutte le cose, dovette operare come presentemente opera nel produrre i materiali generatori degli embrioni degli esseri organizzati, cioè dovette dividersi in due parti eguali, ciascuna delle quali continuò a dividersi e suddividersi in parti eguali, finchè le parti divennero immensamente piccole. Ma la divisione dovette in certi luoghi arrestarsi più o meno presto che in altri luoghi, di qui il perchè nacquero atomi diversi, contenenti cioè quantità diverse di materia moltiple di una certa quantità che sarebbe la più piccola, e costituirebbe gli atomi i più leggieri. Le parti nate dalla divisione della materia primordiale si separarono le une dalle altre condensandosi, e tra esse vi rimase della materia primordiale estremamente rarefatta ossia dell' etere. La materia primordiale nel dividersi e suddividersi e condensarsi in parti immensamente piccole non cessò di essere estesa, giacchè, come ben disse il filosofo Romagnosi, « nella divisione dell'esteso interviene come indistruttibile l' idea d' estensione ». La materia

primordiale nel generare il moltiplice ed il finito rimase una ed infinita, essendochè il numero infinito di moltiplici finiti sono in relazione tra loro ed insieme unificati dall'etere. L'etere è il plasma universale, è il plasma entro cui si agita e si muove lo stesso plasma degli esseri detti organizzati.

I più celebri fisici matematici furono in questi ultimi tempi dalle loro profonde analisi indotti ad ammettere i principii della teoria d'attrazione e di repulsione, cioè che i fenomeni dell'universo sono prodotti da una materia elastica diversamente condensata, rarefatta e mossa dalle forze attrattiva e repulsiva da cui è animata. Babinet ha colle sue profonde analisi matematiche trovato che la repulsione è come l'attrazione inerente alle particelle della materia. Leray dimostrò « che se un atomo di un mezzo elastico si avvicina o si allontana da un altro atomo sufficientemente vicino ne risulta tra di loro una forza repulsiva nel primo caso ed attrattiva nel secondo ». Lecoq in una nota sopra la teoria della gravitazione universale scrive: « io non attribuisco alla materia, qualunque sia il suo stato di divisione altre proprietà essenziali all'infuori di quelle che la fisica sperimentale e la meccanica ci hanno fatto conoscere. Io chiamo atomi gli ultimi gradi di divisione della materia, ed ammetto che due corpi separati per mezzo del vacuo assoluto, non possono agire l'uno sopra l'altro, che l'azione non ha luogo che a contatto, e che allora lo scambio delle forze si effettua secondo le leggi della meccanica. Se non vi esistesse che una sola specie d'atomi, lo scambio delle forze avendo luogo tra masse eguali, due atomi non potrebbero unirsi. La forza e la materia esisterebbero ma non l'attrazione. Vi ha dunque almeno due specie d'atomi primordiali di masse differenti cioè gli *atomi ponderabili*, e gli atomi di massa molto minore che formano l'*etere* ». Senza l'attrazione, la materia, come dimostrai nella mia teorica meccanica del calore, sarebbe sparsa in un modo uniforme in tutte le regioni dello spazio ed offrirebbe ovunque un eguale grado di densità e di elasticità, e mancherebbe quindi la causa del moto reale, imperocchè la materia ponderabile si muove in quanto è più densa e più elastica della materia

eterea, ed è più densa della materia eterea in quanto fu condensata dall'attrazione. I calcoli dei fisici matematici sono oggimai tutti fondati sulla materia ponderabile e l'etere; una rigorosa analisi ed acuta e profonda sintesi ci mostrano poi in un modo evidente che questi due enti furono generati dalla stessa materia attiva che Iddio creò nell'eternità combinando insieme due non enti, imperocchè il principio d'attività è in quanto partecipa del principio materiale, ed il principio materiale è in quanto partecipa del principio d'attività. I scienziati non hanno solo trovato che l'universo si compone di materia ponderabile e d'etere, ma ancora che la materia vibra, rota e gira intorno dei punti. Il celebre fisico Helmholtz fu dai suoi calcoli condotto ad ammettere che un volume infinitamente piccolo di un fluido elastico, o con altre parole che un atomo è animato di cinque movimenti semplici, cioè di un movimento del centro di gravità, di tre movimenti di dilatazione o di contrazione diretti parallelamente a tre assi ortogonali, e di un movimento rotatorio attorno di un asse di rotazione temporaria. Questi cinque movimenti semplici si possono ridurre a tre, cioè moto di posizione, moto vibratorio ossia di contrazione e di espansione, e moto di rotazione. Tutti questi ed altri moti sono in ultima analisi prodotti ed insieme accordati ed unificati dall'attrazione universale. E di questa verità sono anche oggimai convinti i più eminenti letterati. Cesare Cantù di ciò persuaso ha eloquentemente scritto: « Il mondo viene ricondotto all'unità da una specie di gravitazione morale, che nessuno può impugnare, e questa tendenza non può non riuscire vantaggiosa ad una religione fondata sulla carità e sull'unità ».

La materia ponderabile nell'atto che fu generata dalla materia primordiale dovette accumularsi in certi luoghi perchè ciascuna sezione materiale nel condensarsi si allontanò dalle altre sezioni, e siccome nelle grandi sezioni il condensamento fu grande, così tra esse vi rimase un ampio spazio contenente del puro etere mentre nei luoghi dove si condensarono le sezioni vi rimase molta materia ponderabile. Nacque così

un numero indefinito di immensi ammassi di materia ponderabile (*materia coelorum* degli antichi) consistente in atomi animati di moti irregolari. Dalla materia celeste nacquero poi le nebulose non risolubili e successivamente i diversi esseri cosmici.

La materia celeste nel fabbricare il mondo potè procedere dal grande al piccolo oppure dal piccolo al grande. Nel primo caso generò prima i centri degli esseri maggiori e poi quelli degli altri esseri di più in più piccoli, nel secondo caso generò prima i centri degli esseri minimi ossia delle molecole e poi successivamente quelli degli esseri di più in più grandi. Gli ammassi di materia celeste sono in relazione tra loro per mezzo dell'etere. Nel discendere dal grande al piccolo tutta la materia celeste dovette cospirare verso un punto per generare il centro massimo dell'infinito sistema, nel quale per il cospirare di certe quantità di materia quali verso uno quali verso un altro punto nacquero i centri di altri sistemi meno grandi, in ciascuno dei quali per un'analoga ragione si svolsero i centri di altri sistemi, e così di seguito finchè si arrivò alle molecole chimiche. La cospirazione della materia verso un punto è l'atto in cui dessa incomincia a gravitare, girare ed oscillare intorno quel punto che diventa il centro dell'essere, del sistema da fabbricarsi. Nell'ascendere dal piccolo al grande più atomi individuati insieme generarono una molecola chimica, più molecole chimiche individuate insieme generarono una molecola fisica, più molecole fisiche un astro e così di seguito fino all'infinito. Gli atomi e gli altri centri superiori, stante il moto di traslazione di cui sono animati, giungono col tempo alle distanze a cui si estende la loro sfera d'attrazione e che sono propizie alla loro individuazione.

Laplace spiegava la formazione del nostro sistema solare discendendo dal grande al piccolo. Egli supponeva, che in origine, il Sole e tutti i corpi che circolano intorno ad esso, formassero una sola nebulosa, animata da un moto di rotazione intorno ad una linea che passa pel suo centro e si estende fino all'orbita del pianeta più lontano, ed anche al

di là. Egli ammetteva inoltre che per effetto di un progressivo raffreddamento, porzioni di più in più grandi di materia si siano condensate nel centro della nebulosa, in modo da formare il nucleo del Sole, la cui massa andò progressivamente crescendo, ed attorno al maggior astro si siano in seguito formati gli altri astri. Finquì le opinioni del celebre astronomo sono d'accordo con le mie, ma l'accordo cessa nella parte che riguarda il modo di formazione dei pianeti e dei satelliti. Egli supponeva che i pianeti siano stati generati da anelli di materia che la forza centrifuga andava successivamente staccando dall'equatore della nebulosa, e che i satelliti sieno stati generati in un modo analogo dalla materia che formava il pianeta. Laplace sembra essere stato indotto ad emettere una tale ipotesi per rendersi ragione del perchè i pianeti girino tutti nel medesimo senso e si trovino quasi nello stesso piano. Ma ciò si spiega egualmente nell'ipotesi che la materia della nebulosa abbia generato gli altri astri nello stesso modo che generò il sole, e che la legge che presiede all'ordine ed al moto degli assi di rotazione, li abbia a poco a poco indotti a disporsi e muoversi come presentemente sono disposti e si muovono. I due metodi che ho esposto sulla genesi dell'Universo spiegano perfettamente tutte le particolarità del nostro sistema solare e degli altri grandi sistemi: essi sono più semplici e più generali di quello dell'astronomo francese e spiegano certi modi di essere che questo non spiega. Coll'ipotesi di Laplace, per esempio, non si spiega il perchè i satelliti di Urano girino in senso opposto dei satelliti degli altri pianeti, mentre ciò si spiega colla mia ipotesi. Gli assi di rotazione dei satelliti d'Urano hanno stabilito con quello del pianeta un accordo diverso da quello dei satelliti degli altri pianeti. Giova aggiungere che non pochi illustri astronomi hanno oggimai abbandonato l'ipotesi che, i pianeti siansi successivamente staccati sotto forma d'anelli durante la rotazione della massa primitiva. Leverrier ha detto esser più facile a concepire la formazione isolata dei pianeti e dei satelliti. Babinet da un suo calcolo sul moto di rotazione del Sole e di rivoluzione di Nettuno

e della Terra, riconobbe che il rapporto che passa tra questi moti si oppone ad ammettere che i pianeti siano stati formati dalla massa stessa del sole dilatato sino alle orbite planetarie. Chacornac ammette che il Sole ed i pianeti furono prodotti da un lavoro di aggregazione o di concrezione, il quale ebbe luogo nelle varie parti della nebulosa primitiva.

Infinito è il numero di trasformazioni che la materia celeste subì, infinita è la specie dei movimenti che concepì, infinito è il numero dei modi con cui si manifestò, immenso è il tempo che impiegò, prima di giungere a formare dei sistemi duraturi ordinati ed armonici, ed a muoversi e manifestarsi come presentemente si muove e si manifesta. In questo infinito campo il poeta trova di che esaurire le forze della sua fantasia nel descrivere gli infiniti cangiamenti di forma, di struttura e di movimento, nel narrare il numero infinito d'arie che la materia celeste ha suonato, di danze che ha ballato, di stoffe che ha tessuto, di meccanismi che ha formato prima di giungere a suonare la musica che presentemente suona, ad intrecciare le carole che presentemente intreccia, a tessere le stoffe che presentemente tesse ed a formare i meccanismi che di presente forma. Intanto per poter concepire delle ipotesi verosimili sulle metamorfosi che la materia celeste dovette provare nel formare una data stoffa, un certo sistema, è necessario innanzi tutto di esaminare in un modo generale quale sia la natura dei fili, degli atomi che ha per tale effetto adoperato.

La materia che meglio conosciamo è quella del globo che abitiamo. Le ricerche dei chimici hanno già trovato in essa 67 specie atomiche diverse. Si è anche già riconosciuto che la materia che informa gli altri corpi celesti è sostanzialmente identica alla materia terrestre. Le pietre meteoriche diffatti non contengono specie atomiche diverse da quelle proprie della Terra. Per mezzo dell' analisi spettroscopica si è riconosciuto che il Sole, le stelle e gli altri corpi celesti sono composti di specie atomiche la più parte simili a quelle terrestri. Che l'universo sia formato di un'unica materia rarefatta in etere e condensata in atomi di specie diversa è dunque

un fatto razionale e sperimentale. Egli è per mezzo dell'etere continuo che gli atomi collocati a distanze immense si fanno sentire e ci fanno conoscere il loro modo d'essere, la loro natura specifica.

Gli atomi terrestri non sono liberi e sciolti, ma individuati in molecole chimiche, e successivamente in molecole fisiche, un complesso delle quali forma i corpi minerali, i quali diconsi semplici o composti secondochè risultano da una sola, o da più specie atomiche. Ogni specie atomica comprende tutti gli atomi che hanno lo stesso peso e la stessa forma. Il numero dei corpi semplici è uguale a quello delle specie atomiche. Intanto siccome la stessa specie di filo diversamente ordinata produce dei tessuti diversi, così la stessa specie atomica produce anche dei corpi semplici diversi secondo la disposizione degli atomi. Fra i 67 corpi semplici, quattro, nelle circostanze attuali della nostra terra, presentano lo stato gassoso, due, lo stato liquido, e gli altri, lo stato solido. Sono corpi semplici, gassosi, l'idrogeno, l'azoto, l'ossigeno ed il cloro: i tre primi sono gaz permanenti scoloriti ed inodori; l'ultimo è un gaz coercibile di colore verde giallo e di odore particolare. Fatta eguale ad uno la densità del gaz idrogeno, la densità dell'azoto è 14, quella dell'ossigeno 16, e quella del gaz cloro 35,5. Si conosce ancora un'altra specie d'ossigeno detta *ozono od ossigeno ozonico*, il quale ha odore, ed è più denso e più attivo dell'ossigeno ordinario. Presentano lo stato liquido il bromo ed il mercurio: il primo ha un colore rosso carico, si solidifica a — 7, bolle a 63°, la sua densità è $=3$ circa, quella del suo vapore 5,39: il secondo è un metallo di color bianco argentino; si solidifica a -40, bolle a 350°; la sua densità è 13,59, quella del suo vapore 6,97.

Fra i corpi semplici solidi alcuni fondono e si volatilizzano con facilità, altri difficilmente, altri non cangiano stato alle massime temperature che si possono presentemente ottenere. Il iodo ha un colore grigio scuro; fonde a 107°, bolle a 175; i suoi vapori hanno un bel colore violetto. La densità dell'iodo è di 4,94, quella del suo vapore 8,71. Il iodo

somiglia sotto il punto di vista chimico al cloro, al bromo ed al fluorio corpo semplice che finoggi non si potè avere allo stato di libertà. Questi quattro corpi, attesa la proprietà ahe hanno di formare coi metalli dei composti salini, furono chiamati *alogeni*.

Gli atomi di solfo formano a seconda del modo che si sono ordinati o il solfo ordinario che è fragile cd ha un colore giallo cedrino, o il solfo rosso e molle, o il solfo di color nero... Il solfo fonde a 112° circa e bolle a 440: i suoi vapori hanno un colore rosso ed una densità variabile colla temperatura. La densità del solfo è 2 circa. Il selenio fonde a 250 e bolle ad un grado di calore vicino al rosso. Il tellurio fonde e si volatilizza un poco più difficilmente del selenio. Il solfo, il selenio ed il tellurio formano insieme con l'ossigeno il gruppo dei corpi detti *amfigeni*, per la proprictà che hanno di produrre acidi o basi secondochè si combinano coi metalloidi o coi metalli.

Gli atomi di fosforo ordinati in un modo producono il fosforo ordinario, in un altro modo il fosforo rosso od altri fosfori. Il fosforo ordinario è scolorito; fonde a 44°, e bolle a 290. La sua densità è 1,84 circa, quella del suo vapore 4,5. Il fosforo rosso è più denso e fonde più difficilmente. Il fosforo in quanto ai caratteri chimici somiglia all'azoto, arsenico ed antimonio. Questi quattro corpi formano il gruppo degli *ammonigeni* perchè l'azoto combinandosi con tre atomi d'idrogeno produce l'ammoniaca NH^3, e gli altri tre corpi formano collo stesso elemento composti analoghi PH^3, AsH^3, SbH^3. L'arsenico e l'antimonio fondono e si volatilizzano più difficilmente del fosforo. La temperatura a cui i corpi ammonigeni, come pure quelli amfigeni ed alogeni fondono e bollono, crescono col crescere dei loro pesi atomici.

Gli atomi di carbonio a seconda del modo con cui sono insieme individuati generano: ora il diamante corpo trasparente durissimo, d'ordinario scolorito, cristallizzato in forme del tipo monometrico: ora la grafite corpo tenero opaco, di color grigio d'apparenza metallica, talvolta cristallizzato in forme del tipo trimetrico, il più spesso amorfo; ora il car-

bonio ordinario corpo fragile, di color nero. La densità del diamante è circa 3,35; quella della grafite oscilla tra 2, e 2,45; il carbonio ordinario ha una densità minore. Il carbonio è infusibile; secondo le sperienze di Despretz a temperature elevatissime si ridurrebbe in vapore senza fondersi. Gli atomi di silicio, come pure quelli di boro, producono dei corpi fisicamente analoghi a quelli del carbonio, distinti coi nomi di silicio adamantino, silicio grafitoide, e silicio amorfo... Il silicio ed il boro sono anche infusibili; quando sono cristallizzati nel tipo monometrico sono durissimi: la loro densità differisce poco da quella del carbonio.

I corpi semplici accennati, tranne il mercurio, formano la classe dei metalloidi, quelli che passiamo ad accennare la classe dei metalli. I metalloidi non conducono oppure sono meno conduttori del calorico e dell'elettrico dei metalli, e più facilmente di questi trasmettono le radiazioni luminose. I metalloidi, eccettuati alcuni pochi, non possiedono quel particolare splendore proprio dei metalli allorchè sono aggregati in masse. L'idrogeno, tuttochè gassoso, va annoverato fra i metalli, perchè è poco trasparente ed è fra i gaz, quello che più conduce il calorico e l'elettrico, e soprattutto perchè nei composti funziona come i metalli. Nelle molecole dei corpi composti gli atomi dei metalloidi occupano posti diversi da quelli dei metalli: i primi funzionano da elettro-negativi ed i secondi da elettro-positivi.

Il potassio è più molle della cera; meno denso (0,86) dell'acqua; fonde a 58 ed al calore rosso nascente si volatilizza, producendo un vapore di colore verde. Il sodio è molle come la cera, fonde a 90, ed è più volatile del potassio: la sua densità è di 0,97. Il potassio ed il sodio formano insieme col litio, rubidio, tallio e cesio, il gruppo dei metalli alcalini, perchè i loro idrati e carbonati sono solubili nell'acqua ed offrono reazione alcalina. Il calcio è un metallo poco denso, di colore giallo, che fonde al colore rosso: somiglia al bario, stronzio e magnesio con cui forma il gruppo dei metalli terrosi alcalini, perchè i loro idrati sono anche un poco solubili nell'acqua, e presentano reazioni alcaline. Fra

i metalli terrosi alcalini il meglio studiato è il magnesio: esso ha una densità di 1,75, fonde a 500 e si volatilizza al colore bianco.

L'aluminio ha un colore bianco turchiniccio: fonde a circa 800, ed ha una densità di 2,56. L'aluminio fu chiamato metallo terroso perchè i suoi atomi combinati con l'ossigeno e con altre specie d'atomi formano parte principale della terra arabile. Si annoverano anche fra i metalli terrosi il glucinio, l'itrio, il tornio, il zirconio, il didimio, il lantanio, il cerio, l'erbio ed il terbio. Mentre l'aluminio è un metallo abbondantissimo nella terra, gli altri metalli terrosi sono assai rari, e dei due ultimi è ancora dubbia l'esistenza.

Le altre specie atomiche formano i metalli propriamente detti: e questi sono, passando dai meno densi ai più densi, i seguenti: il cromo, metallo assai duro, la cui densità è 5,90, non fonde che a temperatura elevatissima: lo zinco, che ha una densità di 6,80 circa, fonde a 410 ed al calore bianco si volatilizza: lo stagno, che ha una densità di 7,29, fonde a 228 e non è punto volatile: il ferro metallo assai tenace che fonde verso 1500, ed ha una densità che varia tra 7,79 e 7,21: il manganese la cui densità è 8: il nichelio che ha per densità 8,28: il cobalto di densità eguale ad 8,51, i quali tre metalli fondono ad una temperatura prossima a quella del ferro: il cadmio che offre una densità eguale a 8,60, fonde a 360 e si volatilizza ad una temperatura molto elevata: il rame, metallo di color rosso di densità eguale a 8,79 circa, fonde a 1100: il bismuto, la cui densità è 9,82, fonde a 364: l'argento che ha per densità 10,47 e per punto di fusione 1000: il piombo la cui densità è 11,35 ed il punto di fusione 335: il palladio che è un poco più denso del piombo e non fonde che ad una temperie assai elevata: l'oro che ha una densità di 19,25 e fonde verso i 1250 gradi: l'iridio, l'osmio, il rutenio, il rodio, il platino, metalli la cui densità oscilla tra 21 e 23, tranne quella del rodio che è 11 circa, non fondono che verso i 2000, 2500 gradi. Ai quali metalli si debbe ancora aggiungere il tunsteno, il molibdeno, il ti-

tanio, il tantalio, l'uranio, il vanadio, metalli fragili, assai rari e difficilmente fusibili; il nichelio, l'ilmenio ed il pelopio, metalli non ancora stati ben studiati, e l'indio ed il vasio stati non ha guari scoperti.

Le specie atomiche le più abbondanti nella parte accessibile del nostro globo sono l'ossigeno, l'idrogeno, l'azoto, il carbonio, il silicio, l'aluminio, il calcio, il magnesio, il sodio, il potassio; sono meno abbondanti il solfo, il cloro, il ferro, il bario, il rame, il piombo, lo zinco, lo stagno, il mercurio. Tutte le altre specie atomiche occorrono in quantità piccole. Gli atomi sono lettere, sono fili viventi che formano scritture e stoffe diverse secondo la loro specie ed il modo con cui sono ordinati. Essi, obbedendo alla ragione universale, vergano nel tempo quelle scritture, tessono quelle stoffe e suonano quelle arie che il supremo Architetto, il supremo Capo di musica ha decretate nell'eternità. Tra le scritture e le stoffe artificiali e le scritture e stoffe naturali passa questa differenza che le lettere ed i fili delle prime sono morte e furono così disposto da forze estranee, mentre le lettere ed i fili delle seconde vivono e furono così distribuite dalle loro proprie forze. Come con poche parole, con poche specie di fili si può comporre un numero infinito di discorsi, di tessuti, così con un piccolo numero di specie atomiche si può formare un numero infinito di cose. Il trattato della natura, sotto il punto di vista statico, si compone di un numero infinito d'atomi ordinati in un numero infinito di forme, di tessuti, di stoffe, di scritture... diverse; sotto il punto di vista dinamico consiste in un numero infinito di forze di moti atomici armonicamente composti in un numero infinito di risultanti, di moti complessi diversi in cui risiede la causa di tutte le qualità, di tutte le relazioni, di tutti i fatti.

Gli atomi spiegano modi e gradi di combinazione diversi secondo la loro natura e le condizioni in cui si trovano. Gli atomi di azoto, di fosforo, di carbonio, di silicio, per es. spiegano più modi e quindi più forze di combinazione degli atomi d'ossigeno, di solfo, di calcio, di magnesio, e questi a loro torno ne spiegano di più degli atomi di potassio, di

sodio, di cloro, d'idrogeno. Il grado di complessità delle molecole, dei tessuti dipende dal numero delle forze di combinazione che gli atomi ed i sistemi che progressivamente formano possono spiegare. Fra le specie atomiche havvene di quelle (carbonio, azoto, ossigeno, idrogeno...) che generano delle molecole fisiche, le quali spiegano particolari forze di combinazione per cui si individuano insieme e formano gli *esseri* detti *organizzati* ossia le piante e gli animali. Le specie atomiche dotate di una tale virtù costituiscono la *materia* che fu detta *organica*. Diffatti, nelle opere di Buffon, a proposito di questa materia, si legge che le molecole organiche, dalla cui aggregazione sono nate le piante e gli animali, sono semplici, indecomponibili, indestruttibili ed incorruttibili. La quale definizione comprende appunto gli atomi. Contrariamente a quanto scrisse il filosofo Cousin, non è quindi vero che il mondo esterno sia della medesima stoffa di noi, ma i diversi esseri, tuttochè costituiti della medesima materia, risultano da stoffe diversamente lavorate, ed agiscono e si muovono in un modo diverso, e sono quindi dotati di qualità differenti a seconda della struttura della stoffa. Nella stoffa che forma il corpo umano vi hanno dei ricami e dei lavori che non si riscontrano nelle stoffe che formano gli altri esseri.

Fra le specie atomiche havvene alcune i cui atomi, nelle attuali condizioni della nostra terra, hanno più affinità verso se stessi che verso quelli di specie diversa; altre i cui atomi hanno molto più affinità verso quelli di specie diversa che verso se stessi; altre infine i cui atomi offrono affinità poco diverse sia verso se stessi che verso quelli di specie differente. Le prime specie atomiche, per es. l'oro, il platino, il palladio..., incontransi nella terra solamente allo stato di corpi semplici; le seconde, per es. il fosforo, il boro, il silicio, il potassio, il sodio, il calcio, il magnesio..., occorrono solamente allo stato di corpi composti; le terze, per es. il carbonio, il solfo, il ferro, il rame, il mercurio, lo zinco... incontransi e allo stato di corpi semplici ed a quello di corpi composti. Così gli atomi di ferro combinati con se stessi for-

mano il ferro nativo, con l'ossigeno formano il magnete Fe^3O^4, il ferro oligisto e l'ematite Fe^2O^3, con l'ossigeno e l'idrogeno la limonite $H^6Fe^2O^6$, con l'ossigeno ed il carbonio il siderosio $FeCO^3$, con il solfo la pirite FeS^2, e la pirotina Fe^3S^4, con il solfo e l'ossigeno il vetriolo verde $FeSO^4$... Gli atomi di carbonio, per es. individuati con altri atomi di carbonio formano il diamante, la grafite, l'antracite; con atomi d'ossigeno formano l'anidride carbonica CO^2; con atomi metallici e di ossigeno i carbonati metallici M^2CO^3; con atomi d'idrogeno il gaz delle paludi CH^4; con atomi di ossigeno e di idrogeno, di questi due elementi e di azoto, ed anche in alcuni casi di solfo e di fosforo formano la grande quantità di materiali che con poca cenere hanno costituito e costituiscono le piante e gli animali...

Nei corpi terrestri, tranne le piante e gli animali viventi in cui le molecole fisiche sono ancora individuate in centri maggiori, gli atomi sono semplicemente individuati in molecole chimiche, e queste in molecole fisiche. Questi corpi potrebbero chiamarsi *diorganici*, perchè in essi la materia presenta solamente due gradi di organazione: le piante e gli animali si potrebbero chiamare corpi *poliorganici* perchè la materia offre in essi più di due gradi di organazione. Oltre le specie atomiche noi dobbiamo quindi distinguere nei corpi diorganici le specie chimiche e le specie fisiche. Ogni specie chimica comprende tutti gli individui chimici aventi la stessa composizione chimica, lo stesso peso e la stessa forma: ogni specie fisica comprende a suo turno tutti gli individui fisici che hanno composizione fisica, peso e forma eguali.

Come le stesse specie atomiche ordinate in numero od in modo diverso generano degli individui chimici diversi, così pure le medesime specie chimiche producono per eguale ragione degli individui e quindi delle specie fisiche differenti. Così per es. la pirite e la marcassite sono due specie le cui molecole fisiche constano degli stessi individui chimici FeS^2, e le loro differenze dipendono soprattutto dal numero o dall'ordinamento degli individui chimici o da ambedue le cagioni. In generale però le specie fisiche differiscono fra di

loro per avere una diversa composizione. Le molecole fisiche diconsi *omogenee* se risultano da una sola specie chimica, eterogenee se ne contengono di più. Le molecole fisiche del corindone, del quarzo, dell'acqua... sono omogenee, perchè le prime non contengono che la specie chimica Al^2O^3, le seconde che la specie chimica SiO^2, e le terze che la specie chimica H^2O. La glauberite, per lo contrario, consta di molecole fisiche eterogenee, le quali contengono due specie chimiche cioè del solfato sodico Na^2SO^4 e del solfato di calce $CaSO^4$. Lo stesso dicasi della selenite le cui molecole sono composte di acqua H^2O e di solfato calcico... Giova notare che le molecole fisiche non cangiano di specie quando contengono delle quantità assai piccole di qualche specie chimica diversa da quelle da cui sono per la massima parte costituite. Le molecole fisiche delle diverse acque potabili, non contenendo che delle quantità piccolissime di specie chimiche diverse da quella dell'acqua H^2O, spettano alla medesima specie; mentre quelle delle differenti acque minerali debbono rapportarsi a specie diverse perchè contengono delle quantità discrete di specie chimiche straniere.

La più parte delle molecole fisiche terrestri vennero semplicemente determinate a formarsi dalle ordinarie condizioni cosmiche; altre da queste e da risultanti dinamiche particolari chiamate forze vitali; altre infine nacquero sotto l'influenza di particolari condizioni che si mettono in giuoco nei laboratori di chimica. Le prime molecole costituiscono i minerali propriamente detti, le seconde i corpi organizzati, le terze i prodotti chimici. Non occorre di dichiarare che i chimici possono mettere la materia in condizioni tali da determinarla a formare molecole simili a quelle che ha naturalmente formato, e continua tuttora a formare nel grande laboratorio della terra.

Un corpo si può considerare come un complesso di più qualità prodotte dall'attività della materia. Le qualità o proprietà dei corpi possono dipendere o dalla natura della materia o dai modi con cui essa si manifesta. Le prime proprietà sono generali e di queste si è già parlato, le seconde

sono particolari. I corpi diorganici, essendo composti di tre specie di forme vive, atomiche, chimiche e fisiche, le loro proprietà particolari dipendono da una o da un'altra di queste tre forme, non che dalla forma viva terrestre in cui sono immediatamente contenute le forme fisiche. Intanto la nostra mente ha la facoltà di astrarre dai corpi questa o quell'altra proprietà di cui essi sono dotati, di studiarla separatamente e di misurarne il grado che essa offre nei differenti corpi. Ne astrae per es. la proprietà chiamata densità, la misura nei diversi corpi e ne esprime con numeri i relativi gradi. Ne astrae le proprietà chiamate tenacità, durezza, malleabilità... e le esamina e pondera separatamente nei diversi corpi. I numeri che indicano i gradi che la stessa proprietà offre nei diversi corpi sono ora relativi ora assoluti. I numeri 10, 24, 68, 85, 137, 149 che indicano i pesi diversi richiesti per squarciare fili eguali di piombo, di stagno, di oro, di argento, di rame, di ferro, esprimono i gradi relativi di tenacità di cotesti metalli. Sono pure relativi i numeri con cui si esprimono i gradi di durezza, di densità mentre sono assoluti quelli che esprimono gli indici di rifrazione, ed il grado di deviazione del piano della luce polarizzata. Talvolta i gradi diversi di una medesima proprietà non si indicano con numeri, ma semplicemente ordinando i corpi in serie discendendo per gradi da quello che la possiede di più sino a quello che la possiede di meno o inversamente. Così in ragione del grado di malleabilità, i metalli sono disposti nell'ordine seguente, oro, argento, rame, stagno, piombo, platino, zinco, ferro, nichelio, palladio. L'oro fu collocato il primo per indicare che è il più malleabile, cioè che si lascia distendere in fogli più sottili degli altri metalli, il palladio l'ultimo perchè è il meno malleabile.

Nell'esaminare successivamente le molteplici proprietà di cui i corpi sono forniti consiste l'analisi. L'osservazione e l'esperienza sono le due operazioni con cui si acquistano le cognizioni delle qualità dei corpi. L'osservazione ascolta la natura ed esamina le proprietà che direttamente si presentano: l'esperienza la interroga e fa nascere delle proprietà

recondite, cioè determina la natura a produrre delle cose che altrimenti non avrebbe prodotte. Ciascuna scienza ha dei metodi e degli stromenti particolari per leggere il libro della natura. Una proprietà ben determinata costituisce un fatto. Ma i fatti non formano la scienza se non sono ordinati secondo i loro rapporti, ed attaccati alle loro cagioni, le quali cognizioni non si possono acquistare che con un lavoro tutto intellettuale. Nell'unione degli astratti ad un ente concreto, o con altre parole di tutte le proprietà ad una forma viva che le sostenga e le produca consiste la sintesi. Nel concepire colla nostra mente delle idee e degli ordinamenti capaci di spiegare i fatti e le loro relazioni, consiste il metodo a *priori*. Nell'istituire delle sperienze proprie a confermare od infirmare i nostri concetti, consiste il metodo sperimentale a *posteriori*. L'analisi è difettosa se si arresta a qualità complesse non ben definite, e non viene spinta sino ai primi principii, agli elementi semplici, e la sintesi non è vera e perfetta se non parte dai principii, dagli elementi semplici stati trovati coll'analisi, e non abbraccia tutto il creato.

L'idea è una forma viva eterea simile alla forma viva materiale che produce il fatto. Il rapporto che passa tra le forme materiali e le forme eteree, il prodotto dell' azione e della reazione di coteste due quantità, costituisce ciò che chiamasi *ragione*. Ogni forma viva, fatta astrazione dal principio materiale, è il prodotto dell'azione di due potenze. Così la forma viva atomica è il prodotto dell' azione repulsiva sull'azione attrattiva. Se esistessero gli atomi e non l' etere vi sarebbero forme vive materiali e non forme ideali, e gli atomi non avrebbero potuto agire in distanza gli uni sugli altri e produrre le forme vive chimiche; le quali sono il risultato dell' ordinato ed armonico rapporto stabilitosi tra le forme vive di più atomi in grazia dell'etere che tra essi si trova e che propaga agli uni le forme vive degli altri. Le forme vive chimiche non avrebbero potuto generare le forme vive fisiche se tra esse non vi era dell' etere e così di seguito, essendochè ogni forma viva maggiore è il risultato dell'ordinato ed armonico accordo stabilitosi tra più forme

vive minori in virtù dell'etere che tra esse si trova, e che comunica colle sue corrispondenti forme vive ideali i moti di una forma viva materiale alle altre. Tranne le forme vive atomiche che sono il semplice prodotto dell'azione attrattiva sull'azione repulsiva, tutte le altre forme sono il prodotto dell'ordinata ed armonica azione e reazione delle forme vive materiali e delle forme vive eteree. Ora questo prodotto è la ragione, dunque le cose esistono perchè vi è la ragione. La mente del filosofo Kant lavorava in questa sublime regione quando ha intuito che « se le cose si conoscessero esattamente, dovremmo accorgerci che anch'esse nient'altro sono fuorchè ragione, cioè in buone parole che esse non sono, e che la sola ragione è ». Ma la ragione nasce dalle quantità, dunque il mondo si compone di quantità e di ragioni vive. Le quantità sono ad un tempo madri e figlie delle ragioni, e le ragioni sono a loro volta figlie e madri delle quantità. Iddio è il padre delle quantità e delle ragioni; Esso le regge e contiene in se stesso, le conserva nel tempo coll'immanenza dell'azione causante, che in ordine alle cose prodotte è una continua creazione. Si comprende quindi il perchè i più potenti pensatori, Newton, Hegel, Schelling.... non abbiano veduto nell' universo che azione e reazione, ed il prodotto di queste due quantità. È a tutti nota la proposizione di Newton « all'azione è sempre eguale ed opposta la reazione ».

Fatto, idea e ragione sono dunque tre cose, tre termini inseparabili. La sentenza del filosofo Spinoza « ciò che è reale è razionale, e ciò che è razionale è reale » va completata ed unita con un'altra sentenza dello stesso filosofo « le idee sono fra loro ordinate e connesse come le cose (*ordo ac connexio idearum idem est ac ordo et connexio rerum*) ». Bisogna quindi dire ciò che è reale è razionale ed ideale, ciò che è ideale è reale e razionale, semprechè però le idee che si svolgono nella nostra mente sieno simili a quelle prodotte dalle forme vive che sono causa dei fatti. Le ragioni particolari sono legate alla ragione universale, i fatti e le idee finite sono contenuti nel fatto e nell'idea infinita, inoltre le idee finite si propagano a distanze infinite nell'idea infinita.

La verità è là dove l'idea rappresenta la causa del fatto, e le stesse ragioni determinano le stesse idee e gli stessi fatti, è là dove il pensiero finito si svolge, si estende e si ordina nel pensiero infinito e con esso si accorda, imperocchè, come saggiamente scrisse Hegel, « il finito è pensato nell'infinito ». Nell'universo non vi sono che fatti e leggi di fatti, che idee e leggi di idee e ragioni che fanno divenire in quel dato modo le idee ed i fatti, e siccome questi tre elementi idee, fatti e ragioni sono inseparabili, così le tre filosofie razionale, positiva ed ideale, debbono fondersi insieme onde formare un' unica filosofia, la sapienza della verità. Ed al lume di questa filosofia trina ed una in cui ogni cosa è spiegata con rigore logico e matematico, ed in cui tutti i condizionali sono ridotti al primo termine assoluto creatore della materia e governatore della ragione » dovranno, dirò colle eloquenti parole del celebre fisiologo napoletano De-Renzi, piegare le menti più indomite a rischio di essere lasciate fuori il cerchio della comprensione umana, fuori il centro in cui si aggira l'astro dell'intelligenza e della ragione ».

Nello studiare i fatti non bisogna dimenticare, che dessi risultano dalla ragione armonica di forme vive materiali ed eteree, che « ogni sostanza è attiva per essenza, è causa di cui il fenomeno è effetto, è forza, la cui esistenza consiste nello sviluppo (Leibnitz) » e che ogni qualità realmente non è se non la sostanza, la materia in quanto esiste in un tale modo determinato. Le proprietà sono prodotte dal modo di muoversi delle forme, i gradi delle proprietà dal grado di velocità reale o virtuale del movimento. Le proprietà espresse nei loro modi e gradi diconsi caratteri o proprietà caratteristiche. Chiamansi pure con gli stessi nomi le proprietà che spettano a pochi corpi e servono quindi a distinguerli dagli altri. Le proprietà si possono dividere in p. *statiche* e p. *dinamiche*. Le prime sono quelle che i corpi manifestano senza variare lo stato del loro equilibrio: le seconde sono quelle che i corpi manifestano variando più o meno profondamente lo stato del loro equilibrio ossia il loro modo d' essere. Le proprietà dinamiche chiamansi anche fenomeni e dividonsi,

come questi, in meccaniche, fisiche e chimiche. Le proprietà dette organolettiche sono alcune dinamiche come l'odore, il sapore, altre statiche come l'impressione al tatto.

Spettano alle proprietà statiche, la forma, la struttura, la durezza, la tenacità, la densità, le proprietà calorifiche, elettriche, magnetiche, ottiche. Gli elementi geometrici i più importanti delle forme regolari sono gli angoli e gli assi. Si misura l'apertura degli angoli per mezzo di particolari strumenti detti *goniometri*. Ogni parallelepipedo possiede tre assi ossia tre linee che passando pel centro congiungono il mezzo di due faccie opposte, ognuno dei quali sviluppato in un piano taglia in due giuste metà il cristallo. Questi tre assi possono incontrarsi al centro ad angolo retto od obliquo e presentare rapporti diversi nella loro lunghezza, e sopra tali relazioni sono fondate le sei forme tipiche (cubo, prisma retto a base quadrata, prisma retto a base di rettangolo, romboedro, prisma obliquo rettangolare, prisma obliquo dissimetrico) da cui soglionsi derivare, per via di faccette di modificazione fatte nascere sui loro spigoli od angoli, ed anche per via di una variazione nel grado d'apertura degli angoli, senza però far variare gli assi, tutte le altre forme dette secondarie. Ogni tipo cristallino comprende la forma detta tipica e tutte le altre che da essa si possono derivare: così il tipo monometrico caratterizzato da tre assi ortogonali eguali comprende il cubo e tutte le forme secondarie che da esso si possono derivare; il tipo dimetrico caratterizzato da tre assi ortogonali di cui due soltanto sono eguali, comprende il prisma a basi quadrate e le forme da esso derivate: il tipo trimetrico caratterizzato da tre assi ortogonali ineguali comprende il prisma rettangolare diritto, e le altre forme che da esso si derivano: il tipo romboedrico caratterizzato da tre assi obliqui eguali comprende il romboedro e le forme secondarie da esso derivate, e così dicasi degli altri due tipi diclino e triclino. Le forme dei cristalli essendo regolari, la loro struttura è anche regolare. Le molecole che formano i cristalli del tipo monometrico sono in ciascun cristallo collocate a distanze eguali, di guisa che le forme di

cotesto tipo offrono in tutte le direzioni lo stesso grado di elasticità e di densità: le molecole che formano i cristalli degli altri cinque tipi non sono in ciascun cristallo collocate alla stessa distanza, e le forme di questi tipi offrono dei gradi di elasticità e di densità diversi a seconda delle direzioni. Una variazione del grado di elasticità e di densità della materia ponderabile cagionata da una diversità delle distanze intermolecolari produce una corrispondente variazione nel grado di elasticità e di densità dell'etere che si trova tra le molecole. Fresnel ha dimostrato che il modo particolare con cui i mezzi birefrangenti operano sulla luce dipende dall'ineguale elasticità dell'etere nelle differenti direzioni dette assi d'elasticità. Nei corpi amorfi la struttura è irregolare e può essere compatta, granulare, fibrosa, lamellare, cellulare, organica. . .

Ciascun solido presenta delle forme sue proprie, quando le molecole da cui risulta furono libere di disporsi giusta le loro naturali attitudini: in caso contrario può assumere delle forme proprie di altri corpi, ovvero delle forme irregolari. Quando un corpo veste forme proprie di altri corpi dicesi *pseudo-morfico*, ed un tale fenomeno è conosciuto col nome di *pseudo-morfismo*. Un solido può prendere la forma dei modelli in cui viene generato (forme per modellamento), o quella dei corpi su cui si depone (forme per incrostazione), ovvero quella dei solidi che lo producono o concorrono a produrlo, od a cui molecolarmente si sostituisce (forme epigeniche). Un minerale prende la forma e la struttura delle piante e degli animali o di un altro minerale quando le sue molecole trovansi in condizioni propizie da sostituirsi a quelle di altri corpi solidi in via di scomposizione di cui sono costrette a tradurre la forma e la struttura. L'ossido di ferro magnetico F^3O^4 può convertirsi in ferro oligisto Fe^2O^3, la witerite $BaCO^3$ in baritina $BaSO^4$, il rame ossidulato in rame nativo. . . senza cangiare forma. Nella terra vi ha per es. del quarzo con la forma cubica della fluorite, di quello che ha la forma romboedrica del calcare, di quello che ha la forma e struttura del legno, delle conchiglie. . .: del ferro oligisto

che ha la forma ottaedrica del ferro magnetico, di quello che veste la forma propria del quarzo, ecc. ecc. Sopra 500 specie minerali, 300 circa, secondo Blum, ponno trovarsi con forme epigeniche.

Il professore Mohs per misurare il relativo grado di durezza, ha scelto dieci corpi (talco, gesso, spato calcare, spato fluore, apatite, feldspato, quarzo, topazio, corindone, diamante), progressivamente più duri ed ha espresso la loro durezza coi numeri 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. La durezza dell'apatite, per es. sarebbe 5, e quella del feldspato 6: se un corpo riga, per es., l'apatite ed è rigato dal feldspato, la sua durezza sarà 5 $^{1}/_{2}$, cioè intermedia tra quella dell'apatite e del feldspato.... In quanto alle proprietà calorifiche si è riconosciuto che i diversi corpi hanno calorici specifici diversi, che alcuni sono coibenti altri deferenti, alcuni sono atermani altri diatermani. Rispetto alle proprietà elettriche vi hanno corpi che conducono, altri non conducono l'elettricità, in alcuni si sviluppa in altri no la polarità elettrica. Rispetto alle qualità magnetiche vi hanno corpi che sono attirati ed altri repulsi dalle calamite.

Le proprietà ottiche dipendono dalla mutua azione delle vibrazioni e radiazioni luminose: ad esse appartengono la rifrazione, il colore, l'opacità, la trasparenza, l'aspetto, il potere rotatorio, la fosforescenza. Si misura il diverso grado di rifrazione per mezzo di particolari apparecchi: si constata d'ordinario, se i corpi possedono la semplice o doppia rifrazione monoasse o biasse, mediante due lamine di tormalina tagliate parallelamente all' asse di cristallizzazione ed incrociate ad angolo retto: ponendo tra queste due lamine il corpo da esaminarsi, se esso presenta la semplice rifrazione, il punto di incrociamento che è naturalmente oscuro non viene rischiarito, se possiede la doppia rifrazione si rischiara, imperocchè il corpo birefrangente fa girare il piano di polarizzazione della luce stata polarizzata dalla prima lamina di tormalina, e la rende idonea ad attraversare la seconda lamina. I cristalli ad un solo asse, tagliati in lastre perpendicolarmente a tale linea, e posti tra le due ridette

lamine, lasciano vedere una serie di anelli colorati attraversati da una croce nera: i cristalli biassi tagliati perpendicolarmente alla linea mediana lasciano vedere degli anelli elittici colorati attraversati da una fascia più fosca. Presentano la doppia rifrazione monoasse i cristalli dei tipi dimetrico e romboedrico; quella biasse i cristalli dei tipi trimetrico, diclino e triclino. Nei cristalli monoassi l'asse ottico si confonde con gli assi principali di elasticità e di cristallizzazione: nei cristalli biassi i due assi ottici offrono un certo rapporto coi tre assi di elasticità, e fanno tra loro un angolo che varia nei diversi cristalli, ed in alcuni, come per es. in quelli di glanberite, è quasi nullo. Il colore ora è proprio dei corpi ora è accidentale e dipendente da materie straniere allo stato di fisica unione o di meccanico mescuglio. Nel secondo caso presenta poca importanza per la distinzione dei corpi. La trasparenza è più o meno perfetta ed offre molti gradi. L'opacità è assoluta. Un corpo poco trasparente o solo ai margini dicesi pellucido. L'aspetto dipende dal modo con cui i corpi riflettono la luce; si distingue l'aspetto metallico, il vitreo, il perlaceo, il madreperlaceo. . .

Spettano alle proprietà dinamiche meccaniche il clivaggio, la frattura, la fragilità, la malleabilità, la duttilità. Il clivaggio consiste nel dividere i cristalli lungo i piani di giunzione delle molecole: le direzioni in cui trovansi questi piani diconsi piani di clivaggio. Il clivaggio conduce a conoscere il tipo cristallino cui appartiene il cristallo, ed a spiegare per tale modo tutte le forme che un dato corpo possiede, o potrebbe possedere. L'aspetto che presenta un corpo nelle recenti superficie quando viene rotto in qualsiasi direzione dicesi *frattura*. . . Alle proprietà dinamiche fisiche appartengono la fusione, la volatilità, la solubilità dei corpi in questo o quell' altro liquido. Le proprietà statiche e le altre proprietà che abbiamo accennate comprendonsi anche col nome di proprietà fisiche, come le proprietà dinamiche chimiche, chiamansi semplicemente proprietà chimiche.

Le molteplici e svariate reazioni chimiche che i corpi possono subire, costituiscono le proprietà chimiche: quelle che

colpiscono maggiormente i nostri sensi e servono a distinguere i corpi gli uni dagli altri, diconsi caratteri chimici. I corpi che danno luogo a delle azioni chimiche caratteristiche chiamansi *reagenti*. Il tannino colora in nero le soluzioni dei sali ferrici, il prussiato giallo di potassa vi fa nascere un precipitato di un bel colore blò, il tannino, il prussiato giallo di potassa sono dunque reagenti dei sali ferrici, e reciprocamente. Le sperienze che sogliono eseguire i mineralogisti per conoscere la composizione qualitativa dei corpi diorganici, diconsi *saggi chimici*, i quali secondochè si eseguiscono col fuoco e con reagenti solidi, oppure con reagenti liquidi, prendono il nome di saggi chimici per via secca, o di saggi chimici per via umida. I primi si eseguiscono scaldando i corpi a temperie elevata con o senza reagenti. Il borace, la soda, il sale di fosforo sono i reagenti solidi che più spesso si adoperano. I corpi ora vengono scaldati in tubi di vetro, ora si mettono in capsuline di gres, di carbone o su lamine o fili di platino... e si sottopongono direttamente all'azione della fiamma di una lampada soffiandovi sopra dell'aria, onde elevarne la temperatura, per mezzo di un tubo conico detto *cannello saldatorio*. Nella fiamma soffiata col cannello, distinguonsi due parti, l'esterna detta *dardo ossidante*, che è calda, luminosa ed ha virtù ossidativa per l'ossigeno libero che contiene, il quale viene eccitato dall'elevata temperatura a combinarsi con molti corpi, e la parte interna detta *dardo deossidante* che è poco calda e poco luminosa, ed ha la virtù di deossidare, per le materie combustibili carbonio ed idrogeno che contiene, le quali si combinano con l'ossigeno delle sostanze formando acido carbonico ed acqua. I corpi producono dei fenomeni diversi secondochè sono scaldati nel dardo esterno o nel dardo interno. Così per es. gli ossidi di ferro scaldati con borace, al dardo esterno, danno un vetro di colore rosso scuro a caldo, ed al dardo interno danno un vetro di color verde bottiglia, perchè nel primo caso il ferro viene perossidato e formasi un borato ferrico, e nel secondo caso si forma un borato ferroso. Nei saggi per via secca si debbe esaminare se la so-

stanza è fusibile od infusibile, se decrepita, se si volatilizza in tutto od in parte o resta intieramente fissa, se i vapori che sviluppa hanno odore e colore, e quando fonde bisogna esaminare i caratteri che presenta quando è fusa, e dopo che si è solidificata, cioè se presenta la fusione vitrea, o la fusione a smalto od altre specie di fusioni, e quale colore abbia quando è ancor fusa e quando è già consolidata. I reagenti adoperati nei saggi per via secca, in generale si limitano a formare coi corpi che si esaminano dei composti più fusibili e dotati di particolari proprietà: talvolta determinano delle trasformazioni caratteristiche: così i minerali selciosi fusi con sale di fosforo, rendono libera la loro silice, che forma una specie di scheletro o una nuvola polverulenta in mezzo di una perla vetrosa.

Nei saggi per via umida i minerali vengono innanzi tutto trattati con un liquido (acqua, acidi nitrico, cloridrico, solforico, acqua regia) capace di prenderli in dissoluzione, e si esamina se nel disciogliersi fanno effervescenza, e se la dissoluzione è colorata o scolorita. Indi si divide il liquore in parecchi piccoli bicchierini e si tratta con opportuni reagenti, di cui i più usati sono i solfuri ed i carbonati alcalini, l'acido solfidrico, l'ammoniaca, il nitrato d'argento, il cloruro platinico... I solfuri alcalini per es. il solfuro di ammonio hanno la virtù di precipitare la più parte dei metalli dalle loro soluzioni e di formare un precipitato consistente in solfuro metallico offrente un colore ed una struttura diversa a seconda della natura del metallo. Lo stesso dicasi dei carbonati alcalini. Quando un liquore produce sia coi solfuri alcalini che con l'acido solfidrico un precipitato nero, e con l'ammoniaca un precipitato di colore bianco turchinastro che si scioglie in un eccesso d'ammoniaca, formando un liquido di un magnifico colore turchino, vuol dire che si trovava nel liquore un composto di rame. Per conoscere la composizione chimica quantitativa dei corpi, si eseguiscono dei saggi più rigorosi, nei quali si separano esattamente i prodotti che si formano e si pesano con diligenza. Così per determinare la quantità di ferro contenuta in un liquido lo si precipita,

dopo averlo fatto passare allo stato di composto ferrico per mezzo dell'acido nitrico e del calore, con dell'ammoniaca, si raccoglie il precipitato consistente in idrato ferrico, si scalda per convertirlo in ossido ferrico, e dalla quantità ponderale d'ossido ferrico ottenuta, si deduce quella del ferro perchè è noto che 40 parti d'ossido ferrico contengono 28 parti di ferro. Medesimamente si determina la quantità di piombo, precipitandolo dalla sua soluzione mediante un carbonato alcalino, raccogliendo il precipitato consistente in carbonato di piombo, scaldandolo convenientemente per espellere l'acido carbonico e dal peso dell'ossido piombico che rimane per residuo si deduce quello del piombo, essendo noto che 51,75 di piombo si combinano con 4 d'ossigeno per produrre 55,75 di ossido piombico. Con metodi analoghi si determinano le quantità degli altri elementi.

L'odore, il sapore, servono a distinguere molti corpi, così i minerali d'arsenico si riconoscono dall'odore agliaceo che spandono quando vengono messi sui carboni accesi: il solfo ed i solfuri metallici si riconoscono dall'odore particolare d'anidride solforosa ossia di solfo bruciato che emettono bruciandoli. Il sale marino si distingue per il sapore salato dal nitro che ha sapore freddo, dal solfato di magnesia che ha sapore amaro... In quanto all'impressione al tatto vi hanno minerali come la trachite, la pomice che producono, toccandoli, una sensazione aspra e sgradevole, altri, come la steatite, il talco, una sensazione morbida e quasi untuosa. I corpi conduttori del calorico producono una sensazione fredda. Il quarzo è freddo al tatto, e per questo carattere si può distinguere dal vetro con cui somiglia.

Mostrare il luogo che un corpo occupa nel movimento universale, esporre tutte le proprietà di cui è dotato, attaccarle alle cause da cui sono prodotte ed alle ragioni da cui sono determinate, costituisce la descrizione del corpo: esporre solo quelle proprietà dei corpi che servono a distinguerli gli uni dagli altri e ad ordinarli in particolari gruppi costituisce la classificazione dei corpi. I gruppi in cui i corpi vengono ordinati, riescono diversi a seconda delle pro-

prietà da cui si parte per classificarli. Intanto le migliori classificazioni sono quelle fondate sopra proprietà costanti e che sono accompagnate da altre proprietà, fra le quali debbonsi, in mineralogia, collocare in prima linea la composizione chimica e la forma. Diffatti un corpo, per es., che contiene del piombo, manifesterà tutti i caratteri chimici di questo metallo. Un corpo che cristallizza in cubi sarà dotato della semplice rifrazione, ed offrirà un eguale grado di densità e di elasticità in tutte le sue parti. Sogliønsi anche chiamare proprietà specifiche quelle che servono a distinguere le specie, e generiche quelle che servono a distinguere i generi ossia i gruppi superiori alla specie.

I minerali sono aggregati di più individui fisici. Non esiste quindi il vero individuo minerale salvo che con un tale nome si voglia indicare la molecola fisica, ed allora è applicabile alla specie minerale ciò che si è detto della specie fisica. I minerali, i corpi diorganici spettano quindi alla stessa specie se risultano da molecole fisiche della stessa natura: in caso contrario appartengono a specie differenti. Intanto siccome quantità piccole di individui chimici estranei non fanno variare le qualità per modo da mutare la specie fisica, così pure tenui quantità di molecole fisiche estranee mescolate con quelle che formano parte principalissima del minerale non cangiano la specie mineralogica, ma danno semplicemente luogo a delle varietà. Ogni specie minerale comprende quindi sotto di sè un numero più o meno grande di varietà, le quali dipendono ora da tenui quantità di molecole chimiche o fisiche estranee, ora da una varia disposizione delle stesse molecole fisiche. Quando le differenze che presentano le varietà sono alquanto notevoli prendono il nome di sottospecie. Così per es.: la specie galena xPbS presenta molte varietà, dipendenti da un diverso ordinamento delle molecole, chiamate galena lamellare, G. granosa, G. striata, G. compatta, G. terrosa, G. incrostante, G. pseudomorfica, G. concrezionata, e parecchie varietà dovute alla presenza di corpi stranieri conosciute sotto i nomi di G. argentifera, G. selenifera, G. cuprifera, G. antimonifera, G. ferrifera, G. bismutifera.

La specie quarzo $xSiO^2$ comprende più sottospecie ciascuna delle quali viene divisa in molteplici varietà. Giova aggiungere che non si cade sempre d'accordo nello stabilire i limiti delle varietà e delle sottospecie, ed in certi casi alcuni considerano come varietà ciò che altri ravvisano come sottospecie. Lo stesso dicasi rispetto alla specie ed alla sottospecie. Alcuni mineralogisti dividono la specie quarzo in quattro sottospecie; 1ª quarzo ialino, che comprende i minerali, consistenti di anidride silicica SiO^2 quasi pura; 2ª agata che comprende quelli in cui SiO^2 è fisicamente unito o mescolato con una certa quantità di alumina Al^2O^3 e di ossido di ferro; 3ª selce in cui sono annoverati i minerali risultanti da SiO^2 mescolato con del carbonato di calce e dell'ossido di ferro; 4ª diaspro che contiene quelli in cui l'anidride silicica è unita o mescolata con della calce, dell'alumina e dell'ossido di ferro; altri, considerando la selce come una varietà d'agata, la dividono solamente in tre sottospecie. Medesimamente l'opale consistente in acido silicico ossia in anidride silicica combinata con dell'acqua è da alcuni ravvisata come una sottospecie di quarzo, da altri come una specie particolare. La grande variabilità di composizione degli individui fisici su cui si fonda la specie mineralogica, il presentarsi che fanno gli individui di una data specie sempre mescolati con un numero più o meno piccolo di individui di specie diversa, le difficoltà che si incontrano in parecchi casi per stabilire se i corpi estranei si trovino allo stato di chimica o di fisica unione, ovvero di semplice mescuglio meccanico, l'ignorarsi in che numero ed in che modo le molecole chimiche sieno disposte nelle molecole fisiche, furono cagione di tante oziose discussioni sulla determinazione delle specie, sottospecie e varietà. Queste dispute debbono oggigiorno essere abbandonate, perchè la Natura non generò che diversi ordini d'individui, in ciascuno dei quali trovansi dei tipi specifici ben definiti e di quelli che non lo sono. La Natura è estremamente variabile nelle sue produzioni; ora passa per gradi ben determinati da una cosa ad un'altra cosa, ora vi passa per gradi piccolissimi e quasi insensibili.

Le specie, tuttochè non sempre fra loro ben distinte, hanno una reale esistenza, non così i generi ed altri gruppi superiori; essi sono semplici concetti della nostra mente, la quale astrae dalle specie certe qualità, e comprende nello stesso genere quelle che possedono in comune alcune date qualità, poi astrae dai generi certe altre qualità e colloca nello stesso gruppo quelli a cui sono comuni quelle date certe qualità che ha astratte e così di seguito. Se si disputò nel determinare le specie, si disputò assai più nel determinare i generi e gli altri gruppi superiori, siccome quelli che non avevano che un'esistenza immaginaria variabile a seconda delle qualità da cui si partiva, e del valore che ad esse si attribuiva. In questo secolo vi fu un'epoca in cui i naturalisti, dominati dall'idea, che esistere potessero classificazioni naturali, non facevano altro che immaginare dei nuovi sistemi di classificazione e discutere sui loro vantaggi ed inconvenienti; e se coi loro studi e colle loro discussioni, non giunsero a trovare il metodo naturale, siccome quello che non esiste, hanno però trovato quali erano le analogie di maggiore importanza, ed i modi migliori di classare i corpi. Laonde le loro indagini servirono a fare progredire le scienze, imperocchè non si possono studiare con qualche profitto i molteplici e svariati corpi di cui ciascuna scienza si occupa senza classificarli, senza che la particolare unità scientifica venga divisa e suddivisa in altre unità sempre più piccole, finchè si arrivi alle unità specifiche, o inversamente che da queste si ascenda ad unità di più in più grandi finchè si giunga all'unità maggiore che forma l'oggetto di quella data scienza. L'unità principale di cui si occupa la mineralogia chiamasi *regno diorganico:* esso comprende tutte le molecole fisiche terrestri fatta astrazione da quelle che formano od hanno formato i corpi poliorganici e che non sono ancora fossilizzate. Questa unità viene divisa in unità meno grandi dette classi, sotto-regni...; le classi si dividono in altre unità minori dette famiglie, tribù..., le famiglie si suddividono in generi, e questi in specie. Il genere comprende più specie analoghe cioè che hanno alcune proprietà comuni; la famiglia

è la riunione di più generi analogi; la classe è la riunione di più famiglie...

Le molteplici classazioni concepite dai diversi naturalisti sono fondate sopra una o più proprietà. Quando la composizione chimica e la forma cristallina dei minerali erano ignote o poco conosciute si dividevano dietro i loro caratteri esterni. Aristotile (300 anni prima dell'era presente) sembra essere il primo che abbia introdotto qualche metodo nello studio della mineralogia: egli stabilì dapprima due grandi classi: i minerali divisibili sotto il martello, ed i minerali malleabili. Il suo discepolo Teofrasto divise i minerali in fossili, ed in metalli; e suddivise i primi in pietre ed in terre, ed i secondi secondo la loro densità ed il loro modo di comportarsi al fuoco. Dioscoride, nell'anno 75 della nostra era, divise le sostanze minerali in minerali marini, e minerali terrestri. Avicenna verso il 1100 fece del regno minerale quattro classi, le pietre, i sali, i metalli, ed i combustibili... ed in tempi meno remoti, (1770) Linneo ne fece tre classi; pietre, metalli e fossili; e Werner (1817) quattro classi; terre, sali, combustibili e metalli come Avicenna. Le accennate divisioni sono fondate sopra le proprietà esterne; in seguito, essendosi studiate le proprietà chimiche e geometriche dei minerali, le loro classificazioni vennero sopra di esse principalmente fondate; ed ora essenzialmente sulla composizione chimica, ora su questa e sulla forma cristallina, e su altre proprietà. Nelle classificazioni essenzialmente chimiche, alcuni naturalisti, come Berzelius, Hausmann, stabilirono i generi e gli altri gruppi superiori con i componenti elettronegativi, e le specie con i componenti elettropositivi, altri per contro fecero i gruppi superiori con i componenti elettropositivi, e le specie con i componenti elettronegativi, altri come Brougniart, Dufrénoy, seguirono un metodo misto. I primi rapportarono allo stesso genere i minerali contenenti lo stesso componente elettronegativo e fecero i generi cloruro, bromuro, ossido, solfato... e le specie cloruro di sodio, cloruro di magnesio... i secondi riferirono allo stesso genere i minerali contenenti lo stesso componente elettropositivo e fe-

cero i generi zinco, ferro, mercurio... e le specie zinco nativo, zinco solfurato ZnS, zinco carbonato $ZnCO^3$... I terzi poi posero nello stesso genere ora i minerali che contenevano lo stesso componente elettronegativo, ora quelli che contenevano lo stesso componente elettropositivo, secondochè le leggi d'analogia erano meglio osservate col primo o col secondo metodo: e mentre stabilirono i generi silicato, aluminato,... fecero pure i generi zinco ferro... Weiss, Quenstedt fondarono le loro classificazioni in parte sui caratteri chimici, ed in parte sopra le proprietà esterne; Frankenheim, Rose, Dana le fondarono principalmente sui caratteri chimici e cristallografici. Fra le migliori recenti classificazioni fondate sovratutto sulle proprietà chimiche e geometriche si debbe annoverare quella di Delafosse. Questo celebre naturalista divide innanzi tutto il regno diorganico in due sottoregni, atmosferico e minerale. Del sottoregno atmosferico che comprende tutte le sostanze aeriformi ne fa una sola classe, che divide in due grandi generi od ordini, al primo dei quali rapporta i gaz semplici, ed al secondo quelli composti. Del sottoregno o regno minerale che comprende i minerali propriamente detti ne fa tre classi, combustibili, metalli e pietre. La classe dei combustibili comprende tutte le sostanze infiammabili non metalliche, come il solfo, il diamante, l'antracite... Queste sostanze non hanno nè l'aspetto, nè la grande densità, nè le altre proprietà che caratterizzano i metalli.

La classe dei metalli comprende tutte le sostanze combustibili, che si compongono di metalli propriamente detti sia liberi o allo stato nativo, sia legati tra loro, sia combinati con l'arsenico, l'antimonio, il telluro, il selenio od il solfo. Queste sostanze sono generalmente assai dense, opache, e dotate di un colore proprio, che resta vivo dopo la triturazione.

La classe delle pietre comprende tutti i minerali i cui principii componenti sono allo stato bruciato, vale a dire allo stato di intima combinazione con gli elementi comburenti ossigeno, cloro, fluorio, bromo... Se si eccettuano gli ossidi,

tutti i minerali di questa classe hanno l'aspetto vetroso nei cristalli e terroso nelle masse non cristalline. Ciascuna delle tre indicate classi è divisa in ordini (o grandi generi chimici) fondati sopra una certa somiglianza generale di natura o di composizione chimica; ciascun ordine è suddiviso in *tribù* (o grandi generi cristallografici) fondati sopra una generale rassomiglianza di forma cristallina; ciascuna tribù in *generi* propriamente detti vale a dire in generi fisico-chimici o mineralogici, fondati sopra la doppia analogia di forma e di composizione, e che saranno dei gruppi isomorfi, oppure in mancanza di simili gruppi nello stato attuale della scienza in generi provvisori, puramente chimici, o in gruppi di specie aventi solo delle formule atomiche simili: finalmente ciascuno di questi generi si comporrà di specie che verranno distinte per la composizione e la forma completamente determinate. Così per es. la classe dei combustibili metallici è divisa in quattro ordini: 1° metalli nativi; 2° arseniuri, antimoniuri e tellururi; 3° solfuri e seleniuri semplici; 4° solfuri moltipli. L'ordine dei metalli nativi fu diviso in tre tribù: 1° tribù romboedrica; 2° tribù quadratica; 3° tribù cubica a cui succedono le appendici contenenti i metalli amorfi. Il secondo ordine fu anche diviso in tre tribù, romboedrica, quadratica e cubica; il terzo ordine in cinque tribù; cubica, rombica, clinorombica, romboedrica, ed adelomorfa. Lo stesso dicasi del quarto ordine. Ciascuna tribù comprende più specie riducibili ad uno o più generi chimici. Per es. la tribù cubica del terzo ordine dei combustibili metallici contiene 15 specie, naumannite (seleniuro d'argento Ag^2Se) berzelina (seleniuro di rame CuSe), argirosio (solfuro d'argento Ag^2S), blenda (solfuro di zinco ZnS), galena (solfuro di piombo PbS), pirito (bisolfuro di ferro FeS^2)... riducibili ai due generi chimici, seleniuro e solfuro...

I minerali composti ossidati sono quelli che abbondano maggiormente nella terra, dopo i quali vengono in ordine alla quantità i minerali solfurati, poi i clorurati.....: Esporremo brevemente i principali caratteri dei corpi diorganici i più copiosi ed i più importanti, incominciando da quelli

che formano l'atmosfera, e passando indi ai corpi combustibili ed infine ai corpi bruciati. L'atmosfera è un mescuglio di diversi corpi aeriformi in cui stanno per lo più sospese quantità piccolissime di materie solide. Per raccogliere una certa quantità di *limo atmosferico* non si ha che filtrare un grande volume di aria atmosferica per la pirossilina, e di sciogliere quest'ultima con dell'alcole eterizzato. Le materie solide che ha fissato restano indisciolte: il limo atmosferico consiste di polveri di materie minerali, di spore e di altri corpuscoli organici. Talvolta l'atmosfera per il suo rapido moto si carica di quantità considerevoli di materie solide polverolente, e le trasporta da un luogo in un altro. Così nell'anno scorso in varie regioni d'Italia cadde una polvere rossastra che aveva la stessa composizione della sabbia del Sahara. La temperatura, la densità, e la tensione elastica dell'atmosfera decrescono andando dal basso in alto, finchè si riducono a zero: a quell'altezza termina l'atmosfera terrestre ed incomincia il vacuo interplanetario. Secondo un calcolo del matematico Plana l'altezza dell'atmosfera sarebbe di circa 46 chilometri. I corpi gasosi che formano parte principale dell'atmosfera sono l'azoto e l'ossigeno: il primo vi entra per circa quattro quinti in peso (79), ed il secondo per circa un quinto (21): il vapore acqueo e l'acido carbonico si trovano in quantità tenui; l'ammoniaca NH^3 e l'acido solfidrico H^2S in quantità tenuissime. In certi luoghi l'atmosfera contiene dell'anidride solforosa SO^2, dell'idrogeno fosforato H^3P, dell'acido cloridrico HCh, del gaz delle paludi CH^4.....

Il vapore acqueo è inodoro, scolorito e trasparente: la sua densità è 0, 62: alla temperie di 2500 gradi si dissocia nei suoi elementi H^2 ed O. Si trova nell'aria in quantità che varia da 5 a 15 millesimi: le cagioni di tale variazione sono la temperatura, le masse diverse d'acqua che si evaporano, la direzione dei venti... Il vapore acqueo condensandosi produce le *acque meteoriche* che sono le acque naturali le più pure: esse non contengono che poco limo atmosferico ed i corpi aeriformi esistenti nell'aria. Le acque meteoriche di

pioggia di neve filtrando nelle parti interne della terra, e muovendosi sulla superficie della medesima sciolgono delle materie diverse e costituiscono le *acque telluriche*, le quali dividonsi in *acque dolci* o *potabili* ed in *acque minerali*. Le acque potabili contengono circa un millesimo di sostanze saline innocue e dell'aria: esse sono limpide, fresche, sciolgono il sapone senza aggrumarlo, e servono di bevanda ordinaria agli animali, ed agli altri usi della domestica economia. L'aria sciolta nell'acqua serve alla respirazione negli animali acquatici, i quali periscono nell'acqua privata d'aria coll'ebollizione: da essa dipende inoltre il senso fresco e gradevole delle acque dolci: private d'aria divengono pesanti e di difficile digestione. L'acqua presenta il massimo di densità a $+4$. Questa proprietà dell'acqua è necessaria per l'attuale economia della natura, altrimenti le acque delle zone fredde durante l'inverno si congelerebbero per intiero, e gli animali acquatici perirebbero per mancanza d'acqua liquida. In una massa d'acqua che si raffredda alla superficie si stabiliscono due correnti, una d'acqua fredda che discende ed una d'acqua calda che ascende, e queste due correnti durano finchè l'acqua sia giunta alla temperatura di $+4$, allora, in grazia della mentovata proprietà, l'acqua più calda sta al disotto, e quella fredda al disopra e per una successiva perdita di calore si agghiaccia e difende dal freddo la sottostante acqua liquida. L'acqua solitamente si congela a zero. L'acqua solida presentasi sotto due forme differenti, di ghiaccio e di neve. Il ghiaccio è compatto, scolorito, trasparente, amorfo o cristallizzato in prismi esaedri e di rado in dodecaedri. La neve è una massa bianca, opaca, incoerente formata di piccoli cristalli variamente saldati insieme.

Le acque minerali sono quelle che tengono in soluzione delle sostanze particolari, ovvero delle quantità notevoli di sali, e diconsi *acide* se contengono qualche acido libero; quando l'acidità è dovuta all'acido carbonico allora gorgogliano come il vino di Champagne e diconsi *acidule gassose*: *alcaline* se contengono una quantità più o meno notevole di carbonato sodico o di silicato alcalino: *marziali* o *ferruginose*

se contengono del ferro allo stato di carbonato acido, o di solfato...: *solfuree* od *epatiche* se sono caratterizzate dalla presenza dell'idrogeno solforato o di un solfuro solubile: *saline* se contengono quantità notevoli di sali, quando il sale che predomina è il cloruro di sodio diconsi *salse* o *marine*, quando è il solfato di calce chiamansi *selenitose;* quando è il carbonato acido di calce *calcari*.... Le acque naturali dividonsi in acque *fredde* ed in acque *termali* secondochè la loro temperatura è minore o maggiore di 16 gradi circa.

L'anidride carbonica CO^2 è un gas coercibile la cui densità è 1,52: si conosce come l'acqua in tre stati d'aggregazione: non alimenta la respirazione, ma non è deleteria; intorbida l'acqua di calce; se si adopera in eccesso l'intorbidamento scompare perchè il carbonato calcico si scioglie in eccedenza d'acido carbonico. Alla temperie di 2000 circa si dissocia in O ed in CO, il quale a temperie più elevata si risolve nei suoi elementi. La proporzione d'acido carbonico che l'aria contiene è piccolissima relativamente a quella dell'azoto e dell'ossigeno; essa varia da 2 a 9 diecimillesimi in peso: ma la sua quantità totale non è minore di 2600 bilioni di chilogrammi ed è più che sufficiente, come dimostrò Liebig, per provvedere tutto il carbonio ai vegetabili. L'acido carbonico scaturisce in parecchi luoghi dalle viscere della terra, formasi nell'ordinaria combustione, nella respirazione animale, nella fermentazione vinosa.

L'ammoniaca è un gas coercibile che trovasi nell'aria allo stato di carbonato, corpo solido assai volatile: essa viene generata dalle sostanze organizzate e segnatamente da quelle animali in stato di putrefazione. Viene recata alla terra dall'acqua di pioggia ed assorbita dalle piante di cui forma uno dei principali alimenti. Si dimostra l'esistenza dell'ammoniaca nell'acqua di pioggia convertendola prima in solfato fisso mediante l'aggiunta di un poco d'acido solforico, e poi svaporando l'acqua fino a secco; il residuo salino mescolato con della calce e poi scaldato in un tubo lascia svolgere l'ammoniaca riconoscibile dal suo odore forte, dalla proprietà che ha di arrossare la curcuma e di produrre dei fumi

bianchi con l'acido cloridrico. L'idrogeno solforato è un gas coercibile di odore fetido, si sviluppa dai vulcani, dalle fessure prodotte dai terremoti non che dalle sostanze organizzate in via di putrefazione. L'annerimento dei quadri antichi è stato prodotto dall'idrogeno solforato H^2S il quale trasforma a poco a poco il carbonato di piombo $PbCO^3$ che ne forma il fondo bianco in solfuro di piombo PbS di colore nero, ed in CO^2 ed H^2O. Presentemente la quantità d'idrogeno solforato che viene prodotta e versata nell'atmosfera è eguale o quasi eguale a quella che viene assorbita e decomposta dalle piante e da altre reazioni chimiche. Lo stesso dicasi dell'ammoniaca e dell'acido carbonico. L'anidride solforosa è un gas facilmente coercibile di odore penetrante che si sviluppa dalle fessure e dai crateri dei vulcani: reagendo, insieme al vapore acqueo, coll' idrogeno solforato genera dell'acqua e del solfo come risulta dalla equazione seguente $SO^2 + 2H^2S = 2H^2O + 3S$. Abbiamo qui l'esempio di due corpi nocivi all'economia animale di odore cattivo che reagendo insieme ne producono due altri inodori ed innocui. L'idrogeno fosforato è un gas di odore fetido che viene generato dalla putrefazione delle sostanze animali: allorchè contiene un poco di fosfuro d'idrogeno liquido H^2P si accende spontaneamente e dà luogo ai così detti *fuochi fatui*. L'acido cloridrico è un gas solubilissimo nell'acqua che si sviluppa dai vulcani in attività: quest'acido come pure l'ammoniaca, l'idrogeno solforato, l'anidride solforosa, l'idrogeno fosforato, si dissociano nei loro elementi se vengono scaldati a temperie alquanto elevata.

Il gas delle paludi (acetene, gas idrogeno protocarbonato) è scolorito, permanente, di densità $= 0,559$: brucia con fiamma turchina formando CO^2 ed H^2O. Se è mescolato con una certa proporzione d'aria produce bruciando delle forti e pericolose detonazioni. Si sviluppa dalla melma delle acque stagnanti, non che dal seno della terra, ora dalle fessure di diversi strati solidi, ora attraverso le sabbie o le acque che le ricoprono. Le sorgenti di gas acetene sono assai comuni alla superficie del globo: esse possono infiam-

marsi sia naturalmente, sia artificialmente e danno luogo alle così dette *fontane ardenti*. Ora il gas acetene si sviluppa solo, ora è mescolato di bitume o da altre sostanze: quando è accompagnato da sale marino la sorgente prende il nome di *salsa*. Ora prorompe in un modo continuo, ora ad intervalli, e come per una specie d'esplosione, ed attorno alle aperture che vomitano delle materie gassose e terrose prendono origine dei piccoli coni provenienti dal consolidamento della melma. Questi coni chiamati *vulcani d'aria*, *vulcani d'acqua*, e *di melma*, la cui altezza non è generalmente che di alcuni piedi, sono terminati da una cavità crateriforme, da cui sfuggono ad intervalli delle grosse bolle gassose. Allorchè le sorgenti di gas acetene sono state accidentalmente infiammate continuano a bruciare finchè non vengono da qualche particolare circostanza spente. Havvene di quelle che bruciano dai tempi i più antichi: tali sono quelle del Monte-Chimero, sulle coste dell'Asia minore.

I principali corpi compresi nella classe dei combustibili non metallici sono, oltre il diamante, la grafite ed il solfo: l'antracite, corpo che contiene da 92 a 95 per 100 di carbonio per la più parte allo stato di libertà, che brucia difficilmente e quasi senza fiamma e senza fumare, che distillato a secco non fornisce quasi alcun prodotto volatile; il litantrace, corpo che contiene da 75 a 90 per 100 di carbonio combinato con dell'idrogeno e dell'ossigeno; che brucia, rammollendosi e gonfiando, con fiamma bianca fuligginosa; che distillato a secco fornisce delle materie bituminose, del gaz luce, dell'acqua e dell'ammoniaca e lascia per residuo dell'arso ossia del coke: la lignite, sostanza che contiene da 60 a 75 per 100 di carbonio combinato con dell'idrogeno e dell'ossigeno, che brucia con fiamma fuligginosa senza rammollirsi e gonfiare, che, distillata a secco, fornisce delle materie bituminose, del gaz luce, dell'acqua e dell' acido acetico e lascia per residuo un carbone leggiero che somiglia a quello del legno: la torba, sostanza meno ricca di carbonio, che brucia con o senza fiamma e con odore e fumo d'erbe secche; la nafta od olio minerale C^7H^{14}, corpo bituminoso

liquido, diafano, di un bianco leggiermente giallastro, di odore forte, assai infiammabile; l'asfalto (pece minerale, bitume della Giudea) corpo solido o glutinoso, di colore nero di pece, facilmente fusibile, insolubile nell'acqua e nell'alcole; consta di carbonio e di idrogeno e di un poco d'ossigeno: il succino od ambra gialla, sostanza solida resinosa, di colore giallo, che varia dal bianco giallastro al giallo di miele, ed al giallo rossastro; scaldato in un matraccio, fonde a 287, sviluppa dell'acqua, un olio volatile, e dell'acido succinico: ed il guano corpo azotato.

Fra i combustibili non metallici, alcuni, come il solfo, la grafite, hanno un'origine minerale, altri, come l'antracite, il litantrace, la lignite, la torba... hanno un'origine poliorganica, derivano cioè dal regno vegetabile, di altri, come dell'olio minerale, dell'asfalto... non si è ancora d'accordo circa la loro origine. L'analogia che esiste tra certi bitumi naturali e le materie bituminose che si estraggono dal litantrace e dalla lignite, il frequente incontro di sorgenti o di ammassi di bitumi in mezzo od in vicinanza dei terreni che contengono questi combustibili, hanno indotto alcuni scienziati ad ammettere che i bitumi derivassero dal regno vegetabile; ma l'immensa quantità di bitumi sparsa nella terra, l'esistenza di queste materie nelle roccie ignee, nei filoni, nei terreni anteriori al litantrace, ed i rapporti costanti che si riscontrano tra il giacimento dei bitumi e le salse, le eruzioni vulcaniche, le sorgenti termali e minerali, ed i depositi di salgemma, di gesso e di solfo depongono contro la mentovata ipotesi, la quale fu per conseguenza abbandonata dalla più parte dei geologi. È un fatto che il carbonio può combinarsi direttamente con l'idrogeno. I bitumi hanno dunque dovuto formarsi prima della nascita del regno vegetabile per la diretta combinazione dei rispettivi elementi determinata dalla temperatura e da altre condizioni a ciò propizie. In quanto al diamante, esso, come pensa Chancourtois, ha dovuto separarsi dai bitumi liquidi, per una lentissima combustione del loro idrogeno. Le molteplici colorazioni che può assumere l'olio minerale, la colorazione mobile

del diamante, vengono in appoggio dell'ipotesi che lega originariamente il diamante ai carburi d'idrogeno.

Nel gruppo dei combustibili metallici, a parte i metalli nativi, sono compresi i solfuri, i seleniuri, i tellururi, gli arsèniuri e gli antimoniuri metallici. I combustibili metallici abbrustoliti, se sono dei solfuri, emanano odore forte d'acido solforoso, se dei seleniuri emanano odore di cavolo marcio, se degli arseniuri odore agliaceo... Il residuo fisso che rimane dopo l'abbrustolimento consiste per la massima parte in ossido metallico dal quale si può estrarre il metallo scaldandolo con del carbone. I più abbondanti combustibili metallici composti sono: la *smaltina* o *cobalto arsenicale* corpo d'aspetto metallico di colore bianco di stagno, amorfo o cristallizzato nel tipo monometrico: l'*argirosio* o *argento solfurato* Ag^2S corpo tenero di color grigio nerastro, fusibile al cannello, amorfo o cristallizzato come la smaltina: la *galena* o *piombo solfurato* PbS, corpo isomorfo con l'argirosio, tenero, di colore grigio metallico, turchinastro, facilmente fusibile; la densità della galena come pure quella della smaltina e dell'argirosio è 7 circa: la *blenda* o *zinco solfurato* ZnS, corpo trasparente d'aspetto terroso, tenero, la cui densità è 4 circa, è quasi infusibile al cannello: la *pirite* o *ferro solfurato* FeS^2, corpo di un bel colore giallo d'aspetto metallico, la sua durezza oscilla tra 6 e 6,5, la sua densità è 5 circa, cristallizza nel primo tipo, è fragile, la sua polvere ha un colore nero brunastro: la *marcassite* o *ferro solfurato bianco*, corpo isomero con la pirite, di colore giallo pallido, o di un giallo livido traente al verdastro ed al bianco metallico, cristallizza nel tipo diclino, la sua durezza è uguale e la densità un poco più piccola di quella della pirite, la sua polvere ha un colore grigio verdastro: il *mispickel* o *solfarseniuro di ferro*, corpo discretamente duro, di colore bianco tirante sul grigio o sul giallastro, la sua polvere è nera, la sua densità è 6 circa: la *calcosina* o *rame solfurato*, corpo poco duro, di colore grigio di ferro, o grigio di piombo, di densità eguale a 5,6 circa: la *bismutina* o *bismuto solfurato* Bi^2S^3 sostanza di aspetto metallico di colore grigio d'acciaio, talvolta iridato,

facilmente fusibile: la *stibina* od *antimonio solfurato* Sb^2S^3 corpo tenero, d'aspetto metallico, di color grigio di piombo, che fonde alla fiamma di una candela: *orpimento* od *arsenico solfurato giallo* As^2S^3 corpo tenero di un bel colore giallo: il *realgar* od *arsenico solfurato rosso* AsS: il *cinabro* o *mercurio solfurato* HgS corpo assai tenero che fornisce una polvere di un bel colore rosso: la sua densità è 8 circa, abbrustolito fornisce dell'anidride solforosa e del mercurio, perchè l'ossido di mercurio si risolve come gli ossidi dei metalli nobili, argento, oro, platino... nei suoi elementi per la semplice azione del calore: *la pirrotina* o *ferro solfurato magnetico*, minerale composto di due specie chimiche cioè di 6FeS e di FeS^2: la *stannina* o *stagno solfurato*, corpo d'aspetto metalloide, di colore grigio giallastro: la *calcopirite* o *rame piritoso*, corpo fragile, che ha ordinariamente un colore giallo bronzato, composto di protosolfuro di rame, e di protosolfuro e bisolfuro di ferro, che fonde al cannello in globuli attirabili dalla calamita: la *tetraerdite* o *rame grigio*, minerale formato di molte specie chimiche CuS, Ag^2S, FeS, ZnS, HgS, Sb^2S^3, As^2S^3.

La classe delle pietre è la più estesa; nel notevole numero di specie che comprende, trovansi inoltre quelle che formano parte principale della crosta del nostro globo. Spettano a questa classe gli ossidi, i sali aloidi, e la numerosa serie dei sali detti amfidi, cioè i silicati, gli aluminati, i carbonati, i borati, i nitrati, i fosfati, gli arseniati, i solfati, i seleniati, i molibdati... Fra gli ossidi havvene di quelli che sono ridotti, dalla combinata azione del calore e del carbonio, in metallo ed in ossigeno che si combina con il carbonio e si sviluppa allo stato di CO oppure di CO^2, e di quelli che resistono all'azione di questi due agenti senza decomporsi. I più abbondanti ossidi della prima categoria sono: la *cuprite* Cu^2O corpo fragile di color rosso che fonde al cannello in una materia nera: la *magnetite* o *ferro ossidulato* F^3O^4 corpo magnetico di colore nerastro che fonde assai difficilmente: il *ferro oligisto* Fe^2O^3 corpo non magnetico di aspetto terroso oppure metalloide e brillante, infusibile al

fuoco di riduzione: la *pirolusite* o *manganese perossidato* MnO^2 corpo fragile, d'aspetto metallico che sotto l'azione del calore perde dell'ossigeno e si cangia prima in *braunite* Mn^2O^3 e poscia in *hausmannite* $Mn^3O^4 = MnO + Mn^2O^3$: il *rutilo* o *titanio ossidato* TiO^2 corpo fragile di colore rosso brunastro infusibile al cannello: la *cassiterite* o *stagno ossidato* SnO^2 corpo duro di frattura vitrea infusibile al cannello. Gli esposti ossidi sono anidri; ad essi si debbono aggiungere quelli idratati cioè che contengono gli elementi dell'acqua, per esempio la *limonite* od *idrato di sesquiossido di ferro*, l'*acerdesia* od *idrato di sesquiossido di manganese*...

Gli ossidi i più abbondanti della seconda categoria sono il quarzo, l'alumina, l'acido borico, la magnesia, la calce, la barite e la stronziana: i quattro primi si incontrano in natura allo stato di libertà ed a quello di combinazione, i tre ultimi si trovano solo allo stato di combinazione. Il *quarzo* o la *silice* SiO^2 è una delle specie le più comuni e le più abbondanti del regno minerale: lo si trova nei terreni di tutte le età, di tutti i modi di formazione, ed in tutte le circostanze possibili di giacimento. È un corpo duro infusibile al fuoco del cannello ordinario: alla fiamma dell'alcole soffiata con del gaz ossigeno fonde in un liquido viscoso e si volatilizza.

Il grande numero e la diversità delle modificazioni che presenta questa estesa specie, la fecero dividere in quattro sottospecie (quarzo ialino, agata, silice, diaspro). La silice unendosi all'acqua produce l'acido silicico ossia l'*opale*, combinandosi con le basi metalliche, forma la massima parte dei minerali di cui si compone la grande classe delle pietre.

Gli elementi della silice esistono nei silicati in due stati differenti, imperocchè alcuni silicati sono decomposti dagli acidi forti, e la silice che da essi si separa per via umida presentasi sotto forma gelatinosa ed è leggermente solubile nell'acqua e negli acidi. Questo fatto spiega l'esistenza della silice allo stato di soluzione in molte acque. Altri silicati non sono decomposti dagli acidi anche i più energici: ma dopo essere stati fusi al calore rosso con un carbonato al-

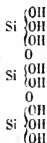
calino, possono essere attaccati dagli acidi energici; e la silice si separa allora sotto forma di polvere bianca insolubile nell'acqua e negli acidi. La silice solubile può, per via dello scaldamento, convertirsi in silice insolubile, e questa fatta bollire con soluzione di un carbonato alcalino si converte in silice solubile. *L'alumina* o *corindone* Al^2O^3 è il corpo il più duro dopo il diamante, non fonde alla fiamma d'alcole soffiata con del gaz ossigeno. Ha una densità $=4$, ed è quindi più densa del quarzo, la cui densità è 2,65. L'alumina unita all'acqua forma il *diasporo*, la *gibsite*, l'*idrargilite*, combinata alle basi produce gli aluminati, fra i quali incontransi in natura lo *spinello* od aluminato di magnesia, la *gahnite* od aluminato di zinco, il *cimofano* od aluminato di glucinia; corpi assai duri ed infusibili. L' *acido borico* o *sassolina* H^3BoO^3 è un corpo solido facilmente fusibile, solubile nell'acqua e nell'alcole, colora la fiamma in verde: trovasi in natura libero ed allo stato di soluzione nell' acqua (*lagoni della Toscana*). Il *periclasio* o *magnesia nativa* MgO è un solido infusibile, che ha una durezza $=6$, ed una densità $=3{,}75$: unito all'acqua forma la *brucite* H^2MgO^2.

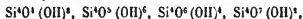
Il più abbondante fra i sali aloidi è il cloruro di sodio NaCh: esso mostrasi sotto due stati differenti: allo stato solido o polverulento, ed allora è conosciuto più particolarmente sotto il nome di *salgemma*, ed allo stato di soluzione nell'acqua dell'Oceano, e in quella di certi laghi e di certe sorgenti, da cui si ottiene allo stato solido per via di evaporazione ed allora chiamasi *sale marino* o *salmare*. Il cloruro di sodio cristallizza nel tipo monometrico, è solubile nell'acqua: è tenero ed ha una densità $=2{,}2$: fonde al calore rosso, e si volatilizza al colore bianco: quando si scalda, d'ordinario decrepita, stante l'evaporazione dell'acqua che trovasi tra le sue lamine. Dopo il cloruro di sodio il sale aloide il più copioso è lo *spato fluore* o fluoruro di calcio CaF^2, è un corpo fragile che ha una durezza $=4$, ed una densità $=3{,}18$; scaldato al cannello esso decrepita e fonde facilmente. Lo spato fluore, come gli altri sali aloidi, cristallizza nel tipo monometrico. I bromuri ed i ioduri sono

sparsi in piccolissima quantità nella terra. I diversi sali aloidi si possono distinguere tra loro scaldandoli con acido solforico e perossido di manganese; i cloruri svolgono un gas di color verde-giallo (cloro); i ioduri un vapore violaceo di iodo; i bromuri un vapore di color rutilante (bromo); i fluoruri sviluppano un gas (acido fluoridrico HF) che corrode il vetro quando sono scaldati semplicemente con acido solforico.

Dei sali amfidi il gruppo dei *silicati* è ad un tempo il più copioso ed il più importante, perchè il numero delle specie che comprende forma quasi i due quinti dell'intiero regno minerale. Si sogliono distinguere i silicati aluminosi, e quelli non aluminosi, i silicati semplici cioè ad una sola base ed i silicati moltipli cioè a più basi. Intanto, secondochè io ne giudico, la più parte dei silicati moltipli non consisterebbero di una sola specie chimica, come si ammette dai mineralogisti, ma di più specie chimiche individuate nella stessa molecola fisica. Nei feldspati, per esempio, il silicato aluminico non è chimicamente, ma solo fisicamente unito al silicato alcalino, di guisa che la molecola fisica dei feldspati risulterebbe non da una sola specie, ma di più specie di molecole chimiche. La facilità con cui i silicati moltipli si risolvono in più specie di molecole chimiche depone in favore di cotesta opinione. Vauquelin, Chevreul, Becquerel, Pelouze, hanno riconosciuto che alcuni silicati moltipli sono decomposti da semplici azioni meccaniche, quali lo strofinamento e le triturazioni. Polverizzando i silicati moltipli, la prima polvere che si ottiene è alquanto diversa dall'ultima. Daubrée si è in questi ultimi tempi assicurato per via di sperienze, che il feldspato ortosio, triturato lungamente con dell'acqua, si decompone, e si ottiene un acqua alcalina che tiene in soluzione del silicato potassico. Aggiungasi che, considerando i silicati moltipli costituiti di più specie di molecole chimiche, si spiega facilmente la grande complessità di composizione chimica che presentano alcuni di essi, imperocchè nella stessa molecola fisica possono trovarsi individuate molte specie di molecole chimiche, mentrechè se si considerano formati

di una sola specie chimica si è costretti d'immaginare delle infondate e gratuite ipotesi per spiegarne la costituzione. E veramente l'ipotesi degli acidi polisilicici con cui si è tentato di spiegare la costituzione dei silicati moltipli non è appoggiata da alcun fatto. In quest'ipotesi si ammette che due, tre, quattro, cinque od un maggiore numero di molecole d'acido silicico $Si(OH)^4$, possano combinarsi insieme, eliminando una, due, tre, quattro od un maggiore numero di molecole di H^2O, e formare l'acido disilicico $Si^2O(OH)^6$, l'acido trisilicico $Si^3O^2(OH)^8$, l'acido tetrasilicico $Si^4O^3(OH)^{10}$; l'acido pentasilicico $Si^5O^4(OH)^{12}$, l'acido esasilicico $Si^6O^5(OH)^{14}$... si suppone ancora che l'ossigeno sia il corpo che leghi nella stessa molecola i silicii spettanti a più molecole, e posta questa arbitraria ipotesi e la tetravalenza del silicio si scrive per es. la formola dell'acido trisilicico nel modo seguente:

$$\begin{array}{l} Si\left\{\begin{array}{l}OH\\OH\\OH\end{array}\right. \\ \quad O \\ Si\left\{\begin{array}{l}OH\\OH\end{array}\right. \\ \quad O \\ Si\left\{\begin{array}{l}OH\\OH\\OH\end{array}\right. \end{array}$$

Con formole analoghe si rappresenta la costituzione degli altri *A.* polisilicici. Ma si è andati ancora più in là nell'arbitrario campo delle ipotesi, si è ammesso che gli acidi posilicici possano perdere dell'acqua e convertirsi in altri acidi polisilicici, che per esempio, l'acido tetrasilicico possa perdere una, due, tre, quattro molecole d'acqua e generare acidi tetrasilicici espressi dalle formole

$$Si^4O^4(OH)^8,\ Si^4O^5(OH)^6,\ Si^4O^6(OH)^4,\ Si^4O^7(OH)^2,$$

e che in certi silicati moltipli più molecole di acido silicico $Si(OH)^4$ si sieno combinate in una sola molecola chimica senza eliminare acqua. Si ammette che i sali abbiano la stessa costituzione degli acidi, e che derivino da questi per via di

sostituzione dei metalli all'idrogeno. I silicati hanno quindi la stessa costituzione degli acidi silicici da cui si fanno derivare. I silicati moltipli si rappresentano quindi con formole simili a quelle dei diversi acidi polisilicici. Il feldspato ortosio per esempio si esprime con la formola $Si^6O^8 (KO)^2, (AlO^3)^2$;

l'amfigeno con la formola $Si^4O^4 (KO)^2, (AlO^3)^2$;

la grossolaria con la formola $Si^6 (CaO^2)^6 (AlO^3)^4$;

lo smeraldo con la formola $Si^6O^6 (GlO^2)^3 (AlO^3)^2$....

Con tutte queste e molte altre formole appoggiate sull'aerea ipotesi degli acidi polisilicici non si è tuttavia ancor giunti ad esprimere la costituzione di tutti i silicati moltipli: i boro-silicati, solfo-silicati, fluo-silicati.... non si possono derivare dagli acidi polisilicici; in questi composti non si può a meno di non ammettere l'esistenza di più specie di molecole chimiche. Quando le molteplici supposizioni che si fanno per spiegare un fatto non giungano a chiarire tutte le particolarità del fatto, vuol dire che l'idea da cui si parte è erronea, e va abbandonata. Le molecole fisiche dei silicati moltipli sono, per la massima parte, composte di più specie di molecole chimiche. Ed in questo senso si dovrebbero instituire delle nuove analisi per rettificarne le loro formole. I chimici che rivolgessero le loro ricerche in questo campo farebbero progredire non poco la scienza, essendochè, come saggiamente ha scritto Cahours, « le investigazioni dei chimici debbono portarsi meno sopra la scoperta di nuove sostanze che sopra le diverse questioni le quali possono gettare qualche luce sopra la costituzione dei corpi che già conosciamo ».

Esposto il nostro modo di vedere circa la costituzione dei silicati moltipli, faremo ora un breve cenno delle più copiose e più interessanti specie di silicati, passando dai silicati semplici a quelli di più in più complessi. Il *peridolo* è del silicato di magnesia; in alcune varietà (*olivina crisolite...*) la magnesia è parzialmente surrogata dal protossido di ferro, e raramente dalla calce. É una sostanza vetrosa, trasparente, dura, di densità $=3,5$: è infusibile al cannello; però quando è molto ricca di ferro, prova un principio di fusione.

Il *talco* e la *steatite* sono sostanze dolci al tatto consistenti in silicato di magnesia idratato, si distinguono quindi dal peridoto perchè sotto l'azione del calore svolgono acqua. Affine alla steatite e di analoga composizione è il *serpentino* detto anche *pietra ollare*, il quale costituisce più che un minerale una roccia distinta, di color verde scuro, e a gradazione nella stessa massa, un po' più duro del talco. L'*amfibolo* ed il *pirosseno* sono due generi composti di silicato di calce combinato con quantità varie di silicato di magnesia, o di silicato di protossido di ferro, o di protossido di manganese. Le principali specie d'amfibolo sono l'*orniblenda* corpo di colore nero; l'*attinoto* corpo di colore verde; la *grammatita* o *tremolite* corpo d'ordinario scolorato. A questa specie si rapportano i minerali filamentosi conosciuti sotto i nomi d'asbesto e d'amianto. Le più importanti specie di pirosseno sono: l'*augite*, la *mussite* o *diopsido*, l'*ipersteno*, il *diallaggio*. I pirosseni fondono in smalto più facilmente che gli amfiboli delle stesse basi.

Sono essenzialmente composti di silicato d'alumina i minerali conosciuti sotto i nomi di *disteno*, *andalusite*, *staurotide*, *gilbertite*, *argille*, *caolino*, *allofano*.... i tre primi sono anidri, i quattro ultimi sono idratati e svolgono perciò acqua quando vengono scaldati. I silicati d'alumina sono corpi fissi e refrattari, che resistono a temperature elevatissime senza alterarsi, la loro densità varia tra 3 e 4. Le argille mostransi sotto l'aspetto di masse terrose compatte che fanno per lo più pasta con l'acqua: il colore dell'argilla è dovuto ad ossidi metallici estranei e segnatamente all'ossido ferrico idratato, mescolati con il silicato d'alumina. L'argilla la più pura porta il nome di caolino o argilla da porcellane. Le argille provengono in gran parte dalla decomposizione delle roccie feldspatiche: esse mostrano qualità diverse a seconda della quantità d'acqua che contengono, e della natura dei corpi estranei con cui il silicato d'alumina trovasi unito e mescolato. Il caolino, le argille propriamente dette contengono da 10 a 15 per 100 d'acqua: le argille *smettiche* o terra da folloni che servono a sgrassare le lane ne contengono da 20 a 25 per

100. Le argille miste a quantità notevoli di carbonato calcico costituiscono le *marne*.

Il silicato d'alumina unito fisicamente con uno o più silicati alcalini costituisce i *feldspati*, corpi anidri duri, facilmente clivabili in più sensi, che a temperie elevata fondono in uno smalto bianco senza decomporsi. La densità dei feldspati è 2,60 circa. Questo gruppo di specie è uno dei più importanti della litologia, stante l'ufficio considerevole che desse godono nella composizione della crosta minerale del globo. Le specie dei feldspati chiamansi: feldspato potassico od *ortosio* se il silicato alcalino è di potassa; *albite* se è di soda, *petalite* se è di litina; *riaccolite* se è di soda e di potassa; *labradorite* se è di soda e di calce... Le indicate specie offrono poi molte varietà. Così per esempio l'ortosio amorfo, per lo più grigio, di tinta uniforme, tutto sparso di cellule più o meno ampie, leggiero, aspro al tatto dicesi *pomice* o *pietra pomice*, la quale quando è compatta ed ha un aspetto vitreo chiamasi *ossidiana* o *vetro dei vulcani*. I frammenti di pomice cementati da ceneri vulcaniche costituiscono il *tufo vulcanico*. Se nei feldspati le molecole chimiche di silicato alcalino si trovano in totalità surrogate da molecole di silicato calcico o di altro silicato omologo, si hanno le diverse specie di granato, in alcuna delle quali il silicato d'allumina si trova anche sostituito da un altro silicato isomorfo. Mentre i feldspati cristallizzano nei tipi diclino, o triclino, i granati cristallizzano nel tipo monometrico, tranne l'*idocrasio* che è cristallizzato nel tipo dimetrico. La durezza dei granati è un poco superiore a quella del quarzo: la loro densità varia da 3,5; a 4: fondono quasi tutti a temperie elevata in un globolo vetroso più o meno colorato. La *grossolaria* è una specie di granato di colore per lo più roseo ranciato, composto di silicato alluminico, e di silicato calcico. Nell'*almandina*, granato di color rosso violaceo o bruno cupo, il silicato calcico è surrogato da silicato ferroso. Nella *melanite*, granato di color nero, il silicato alluminico è surrogato da silicato ferrico. Nella *spessartina*, granato di color rosso violaceo o rosso bruno, il silicato calcico trovasi sostituito da

silicato manganoso. Nella *ouvarovite*, granato di color verde smeraldo, il silicato aluminico è surrogato da silicato cromico. Nell'*idocrasio*, il silicato di calce è in parte surrogato da silicati di magnesia, di ferro e di manganese... I granati ed i feldspati sono minerali anidri: quando sono uniti con dell'acqua formano il gruppo delle *zeoliti* sostanze che furono così chiamate perchè al cannello si fondono con sobbollimento. La durezza delle zeoliti varia da 3 a 6, il peso specifico da 2 a 3: sono per lo più pellucide, d'aspetto vetroso e madreperlaceo. Le specie più importanti del gruppo in discorso sono l'*analcimo*, il *mesotipo*, la *stilbite*, la *heulandite*, la *cabasia*....

I silicati i più complessi sono la tormalina, il mica, l'assinite, il topazzo.... essi contengono più componenti d'indole basica e più componenti d'indole acida. La tormalina contiene del silicato d'allumina, ed altre specie di silicati non che dei borati: è un corpo di vario colore; al cannello si comporta secondo le basi isomorfe che entrano a comporla: alcune di esse (tormaline a base di potassa) gonfiano e difficilmente si fondono; altre invece (tormaline a base di soda o di litina) sono infusibili, scoppiettano alcun poco e diventano bianche. Il mica è un minerale composto di più specie chimiche, cioè di silicato aluminico, silicato di litina, silicato di ferro, silicato di potassa, silicato di magnesia fluoruro di calcio... Ha una lucentezza quasi metallica, colore ora bianco d'argento, or verdognolo, or verde intenso quasi nero, or giallo d'oro: si divide facilmente in lamine sottili, dotate di notevole elasticità: è poco duro ed ha una densità che varia da 2,6 a 2,9. In Russia trovansi cristalli di mica che hanno $0^m,50$ di diametro; in tali casi le lamine sottili e diafane, in cui possono sfaldarsi vengono adoperate come vetri per finestre, uso che fece dare al mica il nome di vetro di Moscovia. L'assinite consta specialmente di silicato e di borato d'alumina e di calce. È un corpo d'aspetto vetroso, fusibile al cannello. Il topazzo consiste soprattutto di silicato e di fluoruro alluminico: ha aspetto vetroso: durezza $=8$, è infusibile al cannello.

Dopo i silicati i sali amfidi i più abbondanti sono i carbonati, i solfati, i fosfati... Il carbonato di calce $CaCO^3$ è fra i carbonati quello che trovasi in maggiore quantità: incontrasi nei terreni di tutte le epoche e in tutti i modi di formazione, forma da sè monti e catene di monti intiere. Sotto l'azione del calore si decompone in CO^2 ed in calce CaO: è insolubile nell'acqua, ma si scioglie in quella acidulata d'acido carbonico. Presenta un grande numero di varietà a seconda della sua forma e struttura, e dei corpi estranei che contiene. Lo *spato d'Islanda* corpo cristallizzato in forme spettanti al tipo romboedrico: l'*alabastro calcare* che mostrasi in masse fibrose, pellucide, formato di strati paralleli: il *marmo* corpo amorfo duro di struttura compatta: la *creta* corpo bianco fragile, polverulento: lo *spato calcare* corpo d'aspetto terroso: il *calcare compatto schistoide* detto *pietra litografica* corpo omogeneo a tessitura finamente porosa: l'*arragonite* corpo cristallizzato nel tipo diclino... sono tante varietà di calce carbonata. Però alcuni mineralogisti fanno dell'arragonite una specie, e rapportano le altre varietà alla specie *calcare*. Il carbonato di calce unito fisicamente al carbonato di magnesia forma la specie chiamata *dolomite*. I carbonati di magnesia, di barite, di stronziana, di ferro, di manganese, di zinco... trovansi in certa quantità nella terra: essi sono, come il carbonato di calce, decomponibili dal calore in CO^2 che si sviluppa e nella base che rimane fissa, non si sciolgono nell'acqua, se non é acidulata d'acido carbonico. I carbonati di soda e di potassa sono solubili nell'acqua e resistono all'azione del calore senza decomporsi.

Il solfato il più ovvio ed il più abbondante è quello di calce: esso trovasi allo stato di soluzione nell'acqua, ed in grandi masse amorfe o cristallizzate: quando è idratato chiamasi *gesso*, *selenite;* quando è anidro *karstenite, spato cubico*. Occorrono in certa quantità i solfati di magnesia, di soda corpi solubili nell'acqua, non che i solfati di barite (spato pesante), di stronziana (celestina) corpi insolubili nell'acqua. I solfati sufficientemente scaldati fondono ed a mag-

gior temperatura si decompongono. Fra i fosfati il più sparso è quello di calce conosciuto sotto il nome di *apatite* corpo d'aspetto vetroso allo stato cristallino, e di aspetto terroso quando è amorfo. Fonde difficilmente al cannello, si scioglie nell'acqua acidulata di acido cloridrico, nitrico... Nell'apatite il fosfato calcico trovasi unito con una certa quantità di fluoruro e di cloruro dello stesso metallo. La piromorfite o clorofosfato di piombo, la wagnerite o fluofosfato di magnesia si possono considerare come dell' apatite in cui il metallo calcio venne surrogato dal piombo o dal magnesio.

I chimici dopo avere con rigorose analisi riconosciuta la composizione dei minerali, sono giunti a riprodurne la massima parte, con adoperare delle sostanze e mettere in giuoco delle condizioni a ciò propizie. I minerali che formano la terra hanno dovuto prendere origine per via secca cioè ad un'alta temperatura e senza il concorso dell'acqua, o per via umida con l' intervento dell' acqua e ad una temperatura poco elevata, ovvero per la combinata azione del calore e dell' acqua o di qualche altro fluido, e sotto l'influenza di una pressione più o meno considerevole. Con metodi consimili si sono preparati i minerali artificiali.

Berthier e Mitscherlich nel 1825 hanno ottenuto, per via di fusione ignea, il pirosseno, il peridoto, l' amfibolo, il feldspato ed altri silicati, scaldando in un crogiolo le proporzioni di silice e di basi necessarie per formarli. Gaudin nel 1837 coll'aiuto del cannello a gaz ossidrogeno ottenne cristallizzati il corindone ed il quarzo. Ebelmen nel 1848 profittando della proprietà che ha l'acido borico fuso di sciogliere, a temperatura poco elevata, gli ossidi metallici, e di volatilizzarsi a temperature assai elevate, ottenne il corindone, lo spinello, il cimofano, lo smeraldo, il ferro cromato, la franklinite, mescolando l'acido borico con le dovute proporzioni delle sostanze richieste per la formazione dei detti minerali, e mantenendo il mescuglio per un certo tempo al calore dei forni a porcellana di Sèvres. L' acido borico svapora, e per residuo vi rimane il minerale cristallizzato.

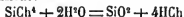
In luogo dell' acido borico si può adoperare il borace:

questo sale, che è più difficile a volatilizzarsi, è indispensabile per le materie quasi per nulla fusibili. Daubrée ha anche ottenuto dei silicati e degli aluminati artificiali, facendo reagire il vapore di appropriati cloruri ad una elevata temperatura, sopra le basi che entrano nella composizione delle roccie cristalline. Il cloruro di silicio, per esempio, reagendo sopra queste basi al calore rosso, si decompone, formando dei cloruri metallici e dell'acido silicico, il quale ora resta libero, ora si combina con la base in eccesso e forma dei silicati semplici (pirosseno, peridoto....) o dei silicati moltipli (feldspato, granato...). Con il cloruro d'aluminio è giunto a produrre del corindone e dello spinello. Ha prodotto il periclasio facendo agire il cloruro di magnesio sopra la calce. Morlot ottenne della dolomia e del gesso scaldando alla temperatura di 200 gradi sotto una pressione di 15 atmosfere un mescuglio di un equiv. di solfato di magnesio e di due equiv. di carbonato di calce polverizzati.

Altri dotti sono giunti a riprodurre per via umida un grande numero di minerali insolubili. Becquerel, per via di azioni chimiche assai lente, con o senza il concorso delle forze elettriche, è giunto a riprodurre dei solfuri, degli ossidi, dei cloruri, dei solfati fosfati e carbonati, tenendo in contatto con diverse soluzioni, per mesi ed anche per anni, dei corpi insolubili. Ottenne per es. del rame ossidulato in cristalli ottaedrici trasparenti di colore rosso, mettendo nella parte inferiore d'un tubo di vetro, dell'ossido ramico, versandovi sopra del nitrato ramico, ed immergendovi una lamina di rame prolungantesi fino al fondo del tubo.

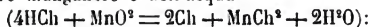
Senarmont ha riprodotto artificialmente tutti i minerali dei filoni, sia pietrosi che metallici, per la via umida, sotto l'influenza del calore e di una forte pressione. Per tale effetto scaldava le sostanze con dell'acqua a temperature comprese tra 100 e 350 in tubi di vetro chiusi con la lampada, e contenuti essi stessi in una canna da fucile ermeticamente chiusa e riempita a metà d'acqua. Con la silice gelatinosa carica d'acido carbonico ha ottenuto il quarzo; per doppia decom-

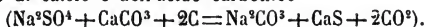
posizione del carbonato sodico e dei solfati di magnesio, di zinco o di ferro, ha ottenuto i carbonati di queste diverse basi, cioè la giobertite, la smitsonite, il siderosio. Con procedimenti analoghi ha prodotto molti solfuri metallici, sottomettendo ad un'alta temperatura un solfuro alcalino, ed un sale solubile del metallo che voleva avere allo stato di solfuro. Senarmont, nel corso delle sue sperienze, ha constatato che l'acido carbonico era, sotto una forte pressione, un energico sciogliente, non solo dei carbonati neutri, ma ancora della stessa silice. Ha pure riconosciuto che l'acqua, ad un'elevata temperatura, non si opponeva alla disidratazione dei corpi. Così la silice gelatinosa, divenuta quasi indifferente alle affinità chimiche, si separa dalla sua soluzione, dando del quarzo cristallizzato. La stessa specie minerale può dunque essere formata con processi ed in condizioni affatto differenti. Il quarzo per es. formasi per via secca, per via umida, per l'azione del cloruro o del fluoruro di silicio sull'acqua..., nella quale ultima reazione il cloro od il fluorio si uniscono all'idrogeno dell'acqua, ed il silicio si combina con l'ossigeno, oppure con l'ossidrile OH e forma l'anidride silicica SiO^2, oppure l'acido silicico H^4SiO^4 come risulta dalle seguenti equazioni:

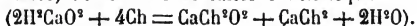
$$SiCh^4 + 2H^2O = SiO^2 + 4HCh$$
$$SiCh^4 + 4H^2O = H^4SiO^4 + 4HCh.$$

Giova di aggiungere che è impossibile di realizzare presentemente tutte le condizioni sotto l'impero delle quali i minerali si sono naturalmente formati nei tempi passati, perchè in quei tempi i rapporti astronomici, che l'uomo non può far variare, erano diversi da quelli che attualmente sono; di qui il perchè i minerali artificiali non sono affatto identici con quelli naturali.

Il chimico non solo prepara artificialmente i minerali naturali, ma li trasforma in nuovi prodotti, ed estrae dai minerali composti i corpi elementari. Ottiene dagli ossidi non che dai carbonati ed idrati metallici i rispettivi metalli, scaldandoli a temperie elevate con del carbonio, il quale si impadronisce dell'ossigeno e lo porta via in forma di CO o

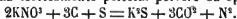
di CO^2, e lascia libero il metallo, e quelli che resistono senza deossidarsi a questo trattamento, li converte previamente in altri composti da cui estrae poi il metallo. Converte, per es., l'alumina Al^2O^3 che si trova in codesto caso prima in cloruro d'aluminio $AlCh^3$, scaldandola, mista con del carbone, in una corrente di gaz cloro ($Al^2O^3+3C+6Ch=2AlCh^3+3CO$), e facendo poi agire il cloruro d'aluminio o meglio il cloruro aluminico sodico con del sodio, ottiene del cloruro sodico ed il metallo aluminio. Distillando il sal mare con dell'acido solforico ottiene del solfato sodico e dell'acido cloridrico ($2NaCh+H^2SO^4=Na^2SO^4+2HCh$): facendo agire l'acido cloridrico con del perossido di manganese ottiene del cloro, del cloruro manganese e dell'acqua

$$(4HCh+MnO^2=2Ch+MnCh^2+2H^2O):$$

scaldando a temperie elevata il solfato sodico con della calce carbonata e del carbone ottiene del carbonato sodico, del solfuro di calcio e dell'acido carbonico

$$(Na^2SO^4+CaCO^3+2C=Na^2CO^3+CaS+2CO^2).$$

Con la distillazione della pirite FeS^2 ottiene del solfo e del protosolfuro di ferro FeS, che converte in vetriolo verde (solfato ferroso) $FeSO^4$, esponendolo, dopo averlo inumidito, all'azione dell'aria. Con metodo analogo trasforma la blenda ZnS, in vetriolo bianco (solfato di zinco) $ZnSO^4$, il rame solforato CuS in vetriolo turchino (solfato ramico) $CuSO^4$. Calcinando la calce carbonata, detta spato calcare, ottiene la calce CaO e dell'acido carbonico: trattando con dell'acqua la calce ottiene l'idrato di calce o la calce spenta H^2CaO^2: sottoponendo questa all'azione del gaz cloro ottiene dell'ipoclorito di calce, del cloruro di calcio e dell'acqua

$$(2H^2CaO^2+4Ch=CaCh^2O^2+CaCh^2+2H^2O).$$

L'umana società profitta, per il suo materiale progresso e perfezionamento, non solo dei nuovi prodotti, ma ancora delle forze che i corpi naturali spiegano nel trasformarsi in altri corpi, e soprattutto del calore, dell'elettrico e delle energie che nascono dalle istantanee variazioni di volume. Le trasformazioni chimiche sono accompagnate da considerevoli variazioni di volume, quando per esse dei corpi aeriformi

si convertono in corpi solidi o liquidi, e reciprocamente quando corpi solidi o liquidi si trasformano in corpi gassosi. L'ossidazione dei metalli cagiona una notevole contrazione di volume, perchè il gaz ossigeno assume lo stato solido; la combustione della polvere da sparo dà luogo ad un notevole aumento di volume, perchè le sostanze solide, carbonio, solfo e nitro, di cui la polvere si compone, generano trasformandosi due corpi gassosi, cioè dell'acido carbonico e dell'azoto ed un corpo solido che è del solfuro potassico K^2S come risulta dalla seguente equazione la quale rappresenta l'esplosione di una teoricamente perfetta polvere da sparo

$$2KNO^3 + 3C + S = K^2S + 3CO^2 + N^2.$$

Le specie minerali aggregate insieme generano delle masse più o meno grandi, offrenti forme diverse, alcune delle quali ricevettero delle speciali denominazioni (*strati, ammassi, filoni, nappe, colate, rognoni*. . .). Gli strati sono masse minerali assai estese in lunghezza ed in larghezza, ma limitate nel senso dello spessore da due grandi faccie sensibilmente parallele. Quando gli strati sono assai spessi, prendono il nome di banchi: quando sono assai sottili di letti o bende. Gli ammassi sono delle masse minerali di forma irregolare, d'ordinario ovali o lenticolari, e si distinguono dagli strati in ciò che non presentano uno spessore costante, e sono poco estese. I noduli o *rognoni* sono dei piccoli ammassi. I *filoni* sono delle masse minerali che tagliano trasversalmente i terreni che le contengono, e la cui materia differisce più o meno da quella circostante. Le nappe e le colate sono masse minerali superficiali provenienti da una materia fusa che si è solidificata mentre era in stato di movimento. Le specie minerali quando sono aggregate in grandi ed estese masse formano le *roccie*, le quali per rispetto alla loro composizione diconsi *semplici* od *omogenee* se constano di una sola specie, *composte* od *eterogenee* se sono formate di più specie. Le specie minerali costituenti le roccie non sono molto numerose: le principali sommano a poco più di trenta, e tra queste, dieci o dodici si possono veramente dire abbondanti. Risulta difatti dalle ricerche di Cordier, che in 100 parti

della crosta terrestre contengonsi approssimativamente feldspato 48; quarzo 35; mica 8; talco 5; carbonato di calce e di magnesia 1 ; gesso, amfibolo , peridoto, diallagio, pirosseno 1; argilla 1; tutti gli altri minerali insieme 1. Le roccie avuto riguardo all'origine chiamansi R. *ignee* se furono generate da minerali che si trovavano allo stato di fusione ignea; R. *di sedimento* o *nettuniche* se vennero prodotte da minerali che separaronsi dall'acqua in cui erano allo stato di soluzione o di semplice mescolanza ; R. *idropiriche* se presero origine nei primitivi tempi sotto la combinata azione del calorico e dell'acqua ; R. *metamorfiche* se furono prodotte dall'azione del calore e della pressione delle roccie ignee su quelle di sedimento.

Le roccie ignee hanno una struttura per lo più cristallina, non sono stratificate, non contengono avanzi d'esseri poliorganici , nè depositi di ciottoli o di arene. Sono principalmente composte di silicati diversi, e diconsi *vulcaniche* se risultano dal consolidamento delle materie infuocate state vomitate dai vulcani ; *plutoniche* se derivano dall'essersi la materia che forma la crosta terrestre progressivamente solidificata per il progressivo e lento suo raffreddarsi. Le principali R. plutoniche sono : il *granito* roccia principalmente composta di ortosio, di mica e di quarzo in proporzioni presso a poco eguali. Ha aspetto granulare, e si presenta con varie gradazioni di colori, perchè l'ortosio ora è bianco ora roseo, ed il mica ora nero, ora verde, ora argentino. Quando nel granito esistono grossi cristalli di feldspato prende il nome di *porfido:* la *sienite* roccia che d'ordinario ha una struttura granitoide, e si compone di feldspato laminare or bianco or roseo, di orniblenda e di quarzo. L'*eurite* roccia nella quale gli elementi del granito stanno disseminati nel seno di una pasta a grani molto fini. Spettano alle roccie vulcaniche: il *basalto* , miscuglio intimo di feldspato, di augite e di ferro magnetico, al quale trovasi sovente unito un minerale di color verde oliva, detto olivina. Ha un colore nero-turchinastro, o grigio di piombo: il *trappo* roccia che somiglia al basalto, e mostrasi d'ordinario in grandi masse tabellari, di estensione

ineguale di maniera a formare una successione di gradini contro i fianchi delle vallate: la *trachite* roccia assai aspra al tatto di colore biancastro; è essenzialmente formata di feldspato: la *pomice* roccia leggera, spugnosa, fibrosa e cavernosa prodotta dall'azione dei gaz sopra le lave trachitiche ed altre roccie vulcaniche. . .

Le roccie di sedimento dette anche roccie acquose o fossilifere coprono una porzione della superficie terrestre molto più grande di tutte le altre: esse sono stratificate, cioè divise in liste o strati più o meno distinti, collocati gli uni sopra gli altri come le pagine di un libro, paralleli o variamente fra loro inclinati. Le roccie di sedimento provengono dalla scomposizione o disgregamento delle roccie ignee, oppure di quelle di un sedimento più antico. La selce, i feldspati, la calce carbonata e le argille sono i minerali che formano parte principale delle roccie acquose. Si possono dividere, a seconda dei minerali in esse predominanti, in roccie selciose od arenacee (sabbie, arenarie, poddinghe, breccie) roccie argillose e roccie calcari. Queste ultime sono principalmente formate di carbonato di calce. Le roccie idropiriche sono stratificate, cristalline e non contengono dei fossili. Spettano alle roccie idropiriche: il *gneis* roccia composta di quarzo e di feldspato, coll'aggiunta, or di mica, or di talco, or di amfibolo. Il gneis è chiamato dagli italiani *bevola* quando ha struttura schistosa, cioè si lascia dividere in lastre, e *serizzo* quando l'ha compatta: lo *schisto* roccia d'aspetto per lo più omogeneo, di colore variabile, divisibile in tavolati: il *quarzo arenaria* o *quarzite* roccia formata di granelli di quarzo, aggregati insieme per mezzo di una sostanza calcarea o silicea: il *calcare cristallino*. . . Le roccie metamorfiche somigliano alle idropiriche. Per l'azione delle roccie ignee sulle roccie di sedimento, le argille schistose, le materie arenacee si cangiarono in diaspri di varie sorta, si caricarono di mica, di amfibolo, ed hanno preso i caratteri del sarizzo, degli schisti, come in parecchi punti della Scozia, e talvolta si sono convertite in quarzo compatto, come nell'isola di Sky. . .

Sostanze mantenute allo stato di fusione dal calorico hanno prodotto raffreddandosi e consolidandosi le roccie ignee, da cui sono poi nate le altre roccie. Ma quando ed in che modo presero origine le sostanze generatrici delle roccie ignee? Non si può rispondere a questa domanda senza ascendere all'origine della terra, ed esaminare le fasi per cui ha dovuto passare dal momento in cui incominciò ad essere sino allo stato presente. La terra incominciò a divenire quando la ragione universale comandò alla materia che esisteva nel luogo della sua origine di cospirare verso un punto onde generare il centro, l'io che doveva poi presiedere alla sua formazione ed al suo ulteriore sviluppo. Può essere che porzione di materia primordiale dopo la sua creazione e segmentazione, cioè dopo la creazione del cielo (*Deus creavit coelum*), abbia immediatamente generato la terra, e può essere che abbia già formato altre terre, altri astri, nel quale caso la materia ponderabile terrestre sarebbe il detrito di altre terre, di altri astri. Sì nell'uno che nell'altro caso, può inoltre essere che il centro terrestre sia stato in origine generato dalla contemporanea o quasi contemporanea cospirazione della massima parte di materia ponderabile, onde la terra è presentemente formata, e che allora si trovava allo stato di nebulosa, e può essere che l'io terrestre sia stato dapprincipio prodotto dalla cospirazione di poca materia, attorno alla quale siasi poi successivamente incentrilita ed ordinata l'altra materia ponderabile che il germe terrestre incontrava nello spazio che muovendosi percorreva. Supponendo che la forma compresa nella prima ipotesi sia quella sotto cui apparve in origine la terra, o con altre parole sia quella che aperse la serie immensa di forme terrestri, ciascuna delle quali è generata dalle precedenti e genera le susseguenti ed è quindi causa ed effetto, premessa ed illazione, esaminiamo quali siano le forme nate successivamente dall' impulso di quella prima forma, da quella premessa che è illazione di una premessa che non spetta più alla serie delle forme terrestri.

La materia avendo la virtù di gravitare, girare ed oscillare intorno dei punti dovette disporsi in modo che l' asse

di rotazione della terra fosse alquanto inclinato ed oltre di girare intorno se stesso girasse ancora ed oscillasse intorno ad una retta con cui fa un certo angolo, altrimenti la materia che forma l'asse non avrebbe potuto girare intorno il centro terrestre. La legge di equilibrio prescrive che la materia ponderabile occupi nei sistemi che forma dei luoghi diversi a seconda del suo grado di densità, cioè che la più densa si collochi al disotto di quella che è meno densa, e che la più leggiera occupi le regioni superiori del sistema. Il principio d'eguaglianza di pressione in tutti i sensi richiede che ogni massa prema e sia di un'eguale quantità contropremuta dalle altre. Il principio d'individuazione ordina che le forme minori si unifichino in forme progressivamente più grandi. Ciò posto, come una certa quantità di materia ebbe generata la prima forma terrestre con gravitare e muoversi intorno lo stesso punto, la materia ponderabile più densa ha dovuto discendere e cadere verso il centro, e la più leggera ascendere verso la periferia e disporsi in guisa da produrre all'esterno una superficie rotondata che fosse in ogni parte egualmente o quasi egualmente distante dal centro: inoltre le masse minime dovettero individuarsi in masse progressivamente maggiori. Le forme atomiche contenute nella prima forma terrestre dovevano essere sciolte e disunite (*terra autem erat inanis et vacua*) e vi regnava quindi perfetta oscurità (*et tenebrae erant super faciem abyssi*) perchè non erano ancora nati i moti, le velocità generatrici della luce. *Dixitque Deus: fiat lux et facta est lux* e sono nate le ragioni propizie all'individuazione delle forme atomiche in forme chimiche, alla composizione delle vibrazioni atomiche in vibrazioni chimiche in cui risiede la causa della luce. In seguito nacquero le ragioni propizie all'individuazione delle molecole chimiche in molecole fisiche, alla composizione delle vibrazioni chimiche in vibrazioni fisiche e venne generato il calorico. La materia ponderabile terrestre in quella remotissima età era molto dilatata, e gli atomi nell'individuarsi in forme maggiori produssero delle molecole animate di grandissima velocità, stante il notevole condensamento che

provavano nell' atto dell' individuazione. Non si formavano quindi che quei corpi capaci di esistere a temperature elevatissime, ed in quelle altre particolari condizioni in cui trovavasi la terra. Fra i corpi che prendevano origine, quelli fissi o poco volatili assumevano lo stato liquido o solido, e cadendo verso il centro formarono il nucleo terrestre, e quelli aeriformi ascendendo verso la periferia e disponendosi attorno il nucleo produssero l' atmosfera. Lo stato di caos della materia ponderabile che costituiva la prima forma terrestre si convertiva così in uno stato in cui la stessa materia trovasi individuata in molecole chimiche e fisiche, ed ordinata intorno al centro giusta la legge d'eguaglianza di pressione in tutti i sensi.

La terra consisteva allora in un nucleo incandescente liquido circondato da un'estesissima atmosfera. La silice, l'alumina, i granati, i feldspati ed altri silicati ed aluminati erano i corpi che formavano la massima parte del nucleo terrestre. A quella elevatissima temperatura il quarzo, il carbonio, alcuni metalli... dovevano trovarsi in parte allo stato di vapore e formare col solfo, cloro ed altri densi corpi aeriformi la parte inferiore dell'atmosfera le cui regioni superiori dovevano consistere dei gaz più leggieri, ossigeno, azoto, idrogeno... Allora, come presentemente, la pressione terrestre e quindi la temperatura seguivano una progressione decrescente a partire dal centro andando verso la periferia, perchè i corpi superiori premono su quelli che trovansi al disotto, e le velocità crescono ed i volumi diminuiscono col crescere delle pressioni estrinseche e delle attrazioni intrinseche.

La superficie del nucleo e l'atmosfera dovevano trovarsi in stato di grande agitazione, stante le incessanti trasformazioni fisiche e chimiche che in esse avevano luogo. Nell'atmosfera prossima al nucleo vapori metallici e di altri corpi si condensavano in liquidi e cadevano sulla superficie del nucleo, per riprendere poi lo stato aeriforme ed ascendere nell'atmosfera, dimodochè in questa regione della terra vi erano costantemente dei vapori che si condensavano in liquidi e dei liquidi che si convertivano in vapori. Ivi inoltre e so-

prattutto nelle regioni più elevate dell'atmosfera, dove per la minore temperatura potevano effettuarsi certe affinità, certe combinazioni, cioè dove i vapori metallici potevano combinarsi chimicamente con altri corpi aeriformi, ossigeno, cloro, solfo, avevano luogo delle continue trasformazioni chimiche. La temperatura a cui i corpi incominciano a spiegare affinità tra di loro ed a combinarsi essendo prossima a quella in cui i composti che ne risultano si dissociano nei loro componenti, ne viene che le combinazioni formatesi nelle regioni meno calde cadendo o venendo trasportate in quelle più calde si dissociano nei primitivi componenti. La materia nei luoghi dove si effettuavano le combinazioni si condensava e sviluppava luce e calore, e dove avevano luogo le dissociazioni si spandeva e perdeva in velocità e quindi in luminosità ed in calore. I primi luoghi apparivano per conseguenza luminosi rispetto ai secondi. Un osservatore, posto a certa distanza dalla terra, avrebbe veduto nei luoghi delle combinazioni delle macchie luminose ossia delle facule, ed in quelli delle dissociazioni delle macchie scure, simili a quelle che presentemente si vedono nel sole. Intanto la terra irradiava calorico nello spazio e perdeva in temperatura, e per la diminuzione di temperatura, i composti che avevano incominciato a formarsi nel periodo precedente, non essendo più dissociati nei loro componenti, acquistavano un'esistenza stabile e duratura. Ma mentre la terra per il suo progressivo raffreddamento diveniva incapace di dissociare i composti nati nel periodo precedente, acquistava la virtù di spiegare nuove affinità e di generare nuovi composti. Quando la temperatura terrestre si avvicinò ai 3000 gradi, allora l'idrogeno e l'ossigeno incominciarono a spiegare affinità tra di loro, a combinarsi insieme, ed a generare dell'acqua, essendochè se all'attuale pressione atmosferica, l'idrogeno e l'ossigeno non incominciano a spiegare affinità fra loro che ad una temperie inferiore ai 2500, in quell'epoca, stante la maggiore pressione, dovevano già combinarsi a temperatura molto più elevata. L'esistenza dell'acqua, che si formava in quella remota età era instabile ed effimera, perchè la tem-

peratura della sua formazione era prossima a quella della sua dissociazione, e mentre nelle parti meno calde l'idrogeno e l'ossigeno bruciavano ossia si combinavano insieme per formare dell'acqua, nelle parti più calde l'acqua si dissociava nei suoi componenti: dove l'idrogeno si combinava con l'ossigeno aveva luogo combustione, la materia si contraeva e sviluppava luce e calore, dove l'acqua si dissociava nei suoi componenti, aveva luogo scombustione, e la materia si espandeva e perdeva in velocità luminosa e calorigena; e questo fenomeno di combustione dell'idrogeno e dell'ossigeno, e di scombustione dell'acqua, durò finchè la temperatura si abbassò per modo da non poter più dissociare l'acqua, la quale acquistò per conseguenza un'esistenza stabile. Intanto, per la diminuzione di temperatura, la quantità d'acqua che si formava cresceva, e quella che si sformava decresceva, finchè la temperatura, pur mantenendosi favorevole alla sua formazione, divenne inetta a dissociarla.

In questo frattempo e successivamente, per il mutarsi delle condizioni e soprattutto per la progressiva diminuzione di temperatura si svilupparono altre affinità, ed incominciarono a formarsi altri composti, cioè il carbonio acquistò la virtù di combinarsi con l'ossigeno, con il solfo e forse anche con l'idrogeno, ed in seguito per un ulteriore raffreddamento il solfo spiegò affinità per l'ossigeno, l'idrogeno per il cloro, e nacquero gli ossidi, i solfuri e gli idruri di carbonio, l'anidride solforosa e l'acido cloridrico. L'ossido di carbonio CO per un'ulteriore ossidazione ha poi generato l'acido carbonico CO^2, l'anidride solforosa SO^2 ossidandosi maggiormente ed idratandosi generò l'acido solforico H^2SO^4. La temperatura a cui il solfo incominciò a bruciare nell'ossigeno, il solfuro di carbonio ha dovuto anch'esso combinarsi con lo stesso elemento e produrre dell'anidride solforosa e dell'acido carbonico. Finchè le temperature a cui i mentovati composti si formavano erano prossime a quelle in cui si dissociavano, ha dovuto avvenire, come per l'acqua, che nei luoghi della loro formazione la materia si condensava e sviluppava luce e calore, e nei luoghi della loro sformazione la materia si

espandeva e perdeva in velocità reale e quindi in luce e calore. Il lungo periodo di combustione ha dovuto incominciare dalla nascita della prima forma terrestre e durare finchè quasi tutto l'ossigeno fosse consumato, e che la temperatura si fosse abbassata per modo da non poter più dissociare i composti che si formavano. I composti che più resistono all'azione del fuoco dovettero formarsi i primi e successivamente gli altri. Il silicio e l'aluminio hanno dovuto aprire il periodo di combustione, il solfo chiuderlo, perchè i composti ossigenati di silicio e di aluminio sono i più stabili al fuoco, mentre quelli di solfo, fatta astrazione da quelli di azoto che dovettero prodursi in particolari circostanze, sono i meno stabili. Il silicio combinandosi con l'ossigeno generò il quarzo, con l'ossigeno ed i metalli i silicati semplici, i quali unendosi fisicamente tra loro generarono i feldspati, i granati, i pirosseni... L'aluminio combinandosi con l'ossigeno generò l'alumina, con l'ossigeno e coi metalli gli aluminati... Tutti questi ed altri analoghi composti mescolati coi metalli i più refrattari gravitarono, aggregati insieme, verso il centro trascinando seco nei loro pori piccole quantità di sostanze volatili: così nacque il nucleo terrestre. Formato che fu il nucleo, la combustione continuò nell'atmosfera: i vapori di parecchi metalli, ferro, manganese, zinco, piombo, rame, sodio, potassio... si combinarono con i comburenti ossigeno, cloro, solfo e formarono gli ossidi, cloruri e solfuri metallici che erano capaci di esistere a quell'elevata temperatura. In questo periodo si sono formati gli ossidi di ferro, di manganese, di zinco;... i solfuri di ferro, di rame, di piombo... i cloruri di sodio, di potassio. Dopo a suo tempo cominciò la combustione dell'idrogeno nell'ossigeno, e del carbonio nel vapore di solfo, poscia quella del carbonio, del solfuro di carbonio e del solfo nell'ossigeno. Che il solfo abbia bruciato nell'ossigeno dopo il carbonio, il carbonio dopo l'idrogeno, l'idrogeno dopo certi metalli... oltre di essere provato dal diverso grado di stabilità al fuoco dei composti che ne risultano è ancora confermato dal fatto che presentemente nella terra non vi è più dell'idrogeno li-

bero, mentre trovansi delle quantità considerevoli di solfo, il quale rimase allo stato di libertà per difetto d'ossigeno, essendochè l'atmosfera terrestre, alla fine del periodo di combustione non conteneva più che delle quantità assai piccole d'ossigeno allo stato elementare, siccome quello che passò quasi intieramente allo stato di combinazione nelle epoche precedenti. Terminato che fu il periodo di combustione ossia quello del *fiat lux*, incominciò il periodo del *dividat aquas ab aquis* ossia della separazione di un corpo dagli altri corpi.

Mentre, per la progressiva diminuzione di temperatura, l'atmosfera terrestre era il teatro delle mentovate trasformazioni, nel nucleo avvenivano altri fenomeni. I corpi che lo formavano da liquidi che erano, hanno dovuto parzialmente passare allo stato solido. Due sono le cause che inducono i liquidi ad assumere lo stato solido: l'abbassamento di temperatura, e l'aumento della pressione, imperocchè l'esperienza ci insegna che i liquidi i quali si contraggono nel solidificarsi, si solidificano a temperature tanto più elevate quanto più grande è la pressione a cui sono sottoposti. La temperatura della terra e la pressione crescono dalla periferia andando verso il centro. Ciò posto la solidificazione del nucleo per la minor temperatura avrebbe dovuto incominciare dalla periferia e propagarsi successivamente nelle parti interne, e per la maggiore pressione avrebbe dovuto incominciare dal centro e propagarsi verso la periferia. Alcuni geologi, seguendo l'ipotesi di Poisson, sostengono che codesta solidificazione abbia principiato dal centro e siasi progressivamente estesa verso la superficie, altri, in numero molto maggiore, ammettono l'ipotesi inversa. Può essere che abbia incominciato quasi contemporaneamente a solidificarsi al centro ed alla periferia, ed a quest'opinione, che ha il vantaggio di conciliare le due ipotesi, si è appunto in questi ultimi tempi avvicinato il celebre naturalista Forbes. In quest'ordine d'idee il nucleo terrestre dal momento in cui incominciò il periodo di solidificazione consisteva in uno strato liquido intermedio coperto all'esterno da una sottile crosta solida, e gravitante all'interno sopra un nucleolo egualmente

solido. La solidificazione col tempo progredì nelle regioni superiore ed inferiore dello strato liquido, il cui spessore andò via via diminuendo mentre cresceva quello della crosta solida e del nucleolo. Il liquido che formava il nucleo terrestre prima della sua solidificazione si può paragonare ad un saturo e caldo soluto acquoso di più corpi solidi di densità differente. Col progressivo raffreddamento i solidi vanno via via separandosi dal soluto, e si rendono alla superficie oppure vanno a fondo secondochè sono meno o più densi dell'acqua. Medesimamente il quarzo, il feldspato, l'alumina e gli altri corpi meno densi si radunarono, solidificandosi, alla superficie del nucleo, mentre i più densi (granati, pirosseni. . .) si collocarono al disotto conservando ancora lo stato liquido, sia per la maggior temperatura che ivi si trovava, sia anche perchè non si solidificano che a temperature più basse. Come i solidi che nascono in un soluto acquoso sono il risultato di una fisica trasformazione del soluto, così pure la formazione della crosta terrestre fu il risultato di una fisica trasformazione avvenuta nel liquido, in virtù della quale si formarono molecole fisiche più leggiere e di quelle più dense. La materia solida che si formava essendo meno densa di quella liquida, ha dovuto per conseguenza rimanere alla superficie. La formazione della crosta terrestre non è quindi, come si ammette dai geologi, un semplice fenomeno di solidificazione, ma è la crema che si è separata dal rimanente liquido, in virtù di una trasformazione fisica.

Le sostanze più dense che in seguito si solidificavano, erano trattenute in alto dalla crosta più leggiera a cui rimanevano attaccate, come una pietra, tuttochè più densa, non cade al fondo dell'acqua, se trovasi attaccata alla superficie inferiore di una nave. Così in origine ha dovuto incominciare e continuare la formazione della crosta terrestre. « Quanto all'estensione di questa crosta su tutta la terra, si può supporre che la superficie della sfera presentasse dapprincipio dei contorni sensibilmente uniti; ma questa uniformità non tardò ad essere distrutta dalle screpolature prodotte dalla contrazione delle masse atteso il suo crescente raffreddamento; l'af-

fondamento di alcune porzioni della crosta così infranta può aver fatto irrompere il sottogiacente liquido, ed aver determinato la formazione di *dighe*. I bordi di queste fessure furono così frequentemente dislocati e formarono le prime elevazioni o montagne del globo (Forbes) ». Intanto alcune montagne primitive poterono essere generate dalla solidificazione delle onde elevate che dovevano nascere sulla superficie del nucleo liquido, simili a quelle che presentemente si formano nell'oceano quando è in burrasca.

Il nucleo, a parte i cangiamenti proprii della materia da cui era formato, veniva nelle sue regioni superficiali continuamente modificato e trasformato dalla materia dell'atmosfera da cui era circondato. Porzione di materia atmosferica, di continuo si condensava e cadeva sul nucleo e porzione di materia del nucleo di continuo si svaporava e si sollevava nell'atmosfera. Ma, per il progressivo raffreddamento e per il formarsi nell'atmosfera dei corpi meno volatili di quelli che esistevano, la quantità di materia che passava dall'atmosfera nel nucleo era maggiore di quella che dal nucleo ripassava nell' atmosfera, di guisa che il primo andava progressivamente crescendo, e la seconda diminuendo in grandezza. Inoltre i corpi che formavano l' atmosfera reagivano su quelli del nucleo e davano origine a dei nuovi composti. Dopo la formazione del nucleo e dell'atmosfera, i primi corpi che si condensarono sono il quarzo, alcuni solfuri, ed ossidi metallici... I solfuri rimasero, per la massima parte, inalterati: gli ossidi in parte rimasero come erano, in parte si combinarono con la silice o con l'alumina o con ambedue questi corpi, e produssero dei silicati e degli aluminati. Allora il nucleo doveva ancor essere intieramente liquido, oppure incominciava appena a solidificarsi. Dopo la solidificazione della superficie del nucleo si condensarono i cloruri e soprattutto quello di sodio. « In origine l'atmosfera vicina al suolo era formata di densi vapori dei composti che non sono volatili che ad una temperatura elevata, fra i quali predominava probabilmente il vapore di cloruro sodico... L'effetto del raffreddamento di una tale atmosfera dovette es-

sere, in primo luogo, di condensare il vapore di sale e di altri cloruri... sopra la crosta già solidificata della terra, coprendola di uno strato di queste sostanze allo stato solido; il cloruro sodico era, come si è calcolato, in quantità tale da coprire l'intiera sfera di un mantello di dieci piedi di spessore (Forbes) ». Il modo di comportarsi del cloruro sodico al fuoco, mi induce ad ammettere che esso in quei tempi mostravasi sul suolo allo stato liquido, e produceva i fenomeni che presentemente sono prodotti dall'acqua. Questo sale, allo stato liquido, produceva allora sulla terra dei fiumi, dei torrenti, dei laghi, ed allo stato di vapore nell'atmosfera cagionava, condensandosi, delle nuvole e quindi la pioggia, e forse anche la tempesta. Questi fenomeni hanno cessato, quando per il progressivo raffreddamento, il cloruro sodico si è solidificato; allora ha dovuto incominciare nell'atmosfera la combustione dell'idrogeno indi quella del carbonio e dello solfo.

Dopo la condensazione del cloruro di sodio passò un tempo lunghissimo prima che altri corpi si condensassero per abbassamento di temperatura, imperciocchè i composti (acqua, acido carbonico...), che prendevano nascimento erano molto volatili, e non si fissavano sul nucleo che combinandosi chimicamente o fisicamente ad alcuni corpi che già lo formavano. In questa fase sotto l'influenza dell'enorme pressione atmosferica porzione di CO^2, si combinò con le basi soda, potassa, calce, magnesia... e diede origine a dei carbonati di soda, di potassa, di calce..., porzione di vapore acqueo si combinò anche esso con alcuni sali e li ha idratati. L'acido solforico, tuttochè nato dopo, passò allo stato liquido prima di H^2O e di CO^2; siccome quello che è assai meno volatile di codesti corpi. Essendo un acido molto energico, nel giungere sul suolo, ha decomposto i silicati, i carbonati, i solfuri ed i cloruri con cui veniva a contatto, appropriandosi delle loro rispettive basi, e mettendo in libertà gli acidi silicico, carbonico, solfidrico, cloridrico, i quali tre ultimi corpi, nell'assumere lo stato aeriforme produssero una viva effervescenza. Così ha dovuto nascere la più parte dei solfati.

Come l'acido solforico fu quasi intieramente condensato, allora incominciò la condensazione del vapore acqueo. La temperatura dell'atmosfera terrestre doveva ancora essere nelle regioni inferiori di 150 e più gradi. In quel tempo la pioggia che per la condensazione del vapore acqueo formavasi nelle regioni elevate non cadeva fino al suolo, ma giunta nelle regioni più basse dell'atmosfera veniva di nuovo convertita in vapore, e non cadde sul suolo che quando la temperatura degli strati inferiori dell'atmosfera non la riduceva più in vapore. L'acqua delle primitive pioggie trascinò seco l'acido solforoso e l'acido solfidrico, i quali corpi reagendo tra loro produssero dell'acqua e del solfo, reagendo sopra i corpi terrestri diedero origine a dei solfuri e dei solfiti che sotto l'influenza degli agenti ossidanti si sono poi convertiti in solfati. Colla progressiva diminuzione di temperatura, la quantità di vapore acqueo diminuì, e quella dell'acqua andò via via crescendo. L'acqua terrestre reagendo sul suolo diede luogo a dei fenomeni meccanici, fisici e chimici. Colla sua forza motrice disgregò le materie solide, e le trasportò allo stato di sospensione oppure le fece rotolare da uno in un altro sito, ove formò deponendole strati di diverso spessore. In virtù della sua forza sciogliente si unì fisicamente ai solidi solubili, e li trasportò da uno in un altro luogo, ove, svaporandosi, li depose in particolari strati. L'acqua carica di cloruro sodico formò, deponendo questo sale, gli strati di salgemma: quella carica di carbonato acido di calce depose gli strati di calcare: quella carica di acido silicico, di silicati alcalini generò strati composti di queste materie. . . . . L'acqua generò le argille sciogliendo i silicati alcalini dei feldspati, e lasciando indisciolto quello d'alumina, generò le marne con mescolare le argille con carbonati terrosi ed altre sostanze straniere. L'acqua con portare a contatto fra di loro i diversi corpi e con combinarsi chimicamente ad alcuni di essi fu causa di molte chimiche trasformazioni. I silicati alcalini portati per mezzo dell'acqua a fronte dei carbonati terrosi e di quelli metallici, generarono dei carbonati alcalini e dei silicati terrosi e metallici. I carbonati alcalini e

i solfati terrosi recati in presenza dell'acqua si decomposero mutuamente e produssero dei carbonati terrosi e dei solfati alcalini. Il solfuro d'idrogeno non che i solfuri alcalini giunti in presenza dei sali metallici, produssero dei solfuri metallici e degli acidi diversi a seconda della natura del sale metallico. Gli acidi giunti a fronte dei carbonati, li convertirono in altri sali e ne resero libero l'acido carbonico. L'acqua combinandosi con l'anidride silicica generò l'opale; reagendo sul solfuro di boro generò dell'acido borico e dell'idrogeno solfurato. . .

L'acqua in quei tempi aveva una temperatura prossima ai 100 gradi, ed una facoltà sciogliente maggiore di quella che ha presentemente. In sulle prime sciolse i solidi i più solubili (cloruro sodico, carbonati e solfati alcalini...) e successivamente gli altri meno solubili. Fu allora che generò, col concorso del calore, le roccie dette idropiriche; che sciolse e successivamente depose dei solidi d'origine ignea e formò delle roccie di origine acquea; che determinò la formazione di solidi simili a quelli che la terra aveva formati prima di generare l'acqua. Lo stesso minerale, la stessa roccia può dunque avere origini diverse. L'anidride silicica può avere un'origine ignea, può essersi separata dai silicati per l'azione di acidi più potenti, può essere stata deposta dall'acqua che la teneva in soluzione... Il solfo può avere un'origine ignea, può essersi separato dai polisolfuri, può essere stato generato in seno dell'acqua dall'azione dell'acido solforoso sull'idrogeno solforato. . .

Ad una simile conclusione è anche giunto il professore Sterry Hunt, nella sua lezione di chimica geologica: « La vecchia discussione tra i plutoniani ed i nettuniani, che divise in due campi il mondo scientifico nell'ultima generazione, era in riassunto la seguente: quale dei due, fuoco od acqua, fu l'agente principale nella formazione delle rocce della crosta terrestre? Mentre gli uni sostenevano l'origine direttamente ignea delle rocce, come del gneis, del micaschisto, della serpentina, ed attribuivano al fuoco la produzione dei filoni metallici, gli altri della scuola nettuniana

erano disposti a chiudere gli occhi all'evidenza di un'azione ignea sulla terra, e si affaticavano anche a far derivare tutte le rocce da un magma acquoso primitivo. Alla luce dei fatti, io penso rendere nello stesso tempo giustizia a queste due opposte scuole. Noi abbiamo visto come azioni prodotte dall'acqua e da soluzioni acide siansi esercitate sulla massa plutonica primitiva, e come i sedimenti acquosi che ne risultarono, vennero di nuovo sottoposti agli effetti del calore, il quale li trasformò in rocce cristalline ». Le infuocate roccie ignee interne, che in certi luoghi emergevano all'esterno, premevano e scaldavano le roccie di sedimento e le convertivano nelle roccie dette metamorfiche.

L'acqua caduta sul suolo doveva dapprincipio coprirne quasi tutta la superficie. La crosta terrestre, per il progressivo raffreddamento, crebbe di spessore e si è contratta: una tale contrazione la determinò ad abbassarsi in certe direzioni, ed elevarsi in altre ed a generare catene di montagne e dei profondi bacini, nei quali si sono poi radunate le acque, lasciando scoperte le regioni più elevate. *Congregentur aquae, quae sunt sub coelo, in locum unum et appareat arida.* La terra si è così divisa in mari, isole e continenti. Ma l'acqua e la terra erano allora impure; la prima cioè conteneva in soluzione delle quantità notevoli di cloruro di sodio e di altre sostanze, la seconda era inquinata dello stesso sale e di molti altri corpi solubili nell'acqua. L'acqua di pioggia che in seguito cadde sulla terra la lavò e purificò con sciogliere ed esportare al mare le materie solubili che conteneva. Come la terra fu depurata per mezzo dell'acqua di pioggia dalle materie solubili, allora la superficie del suolo incominciò ad essere solcata da correnti d'acqua dolce, essendochè l'acqua che cadeva dall'atmosfera non incontrando nella terra sostanze solubili, rimaneva pura o quasi pura.

Nei pori della terra, l'acido carbonico, l'acqua, l'ammoniaca, i nitrati. . . sotto l'influenza del calore e della luce reagirono fra loro e generarono le sostanze dette organiche, le quali a loro volta generarono i germi degli esseri polior-

ganici (organizzati). In quel tempo la temperatura doveva essere di circa 60°, e l'atmosfera era principalmente composta d'azoto, di vapore acqueo, e di CO^2; essa conteneva poco ossigeno, delle quantità discrete d'ammoniaca allo stato di carbonato, ed anche allo stato di nitrato. In codeste condizioni non potevano vivere che esseri poliorganici semplicissimi: ma, mirabile economia della natura! la vita degli esseri organizzati semplici, la conversione dei corpi minerali in corpi organici, depurava l'atmosfera, faceva cioè in essa crescere la dose dell'ossigeno e diminuire quella di CO^2 e di H^3N, e preparava le condizioni favorevoli alla vita degli esseri meno semplici e così di seguito. La catena degli esseri organizzati principiò colla materia organica e finisce cogli esseri organizzati i più complessi: ogni anello intermedio di questa catena venne generato dalle condizioni preparate dagli esseri che formano l'anello precedente, e generò le condizioni favorevoli agli esseri che formano l'anello susseguente. Le condizioni propizie alla vita dell'uomo, essere organizzato il più complesso, furono dunque preparate da una serie di esseri di meno in meno complessi. L'ordine della creazione ci insegna quindi che a Dio piacque manifestare la sua potenza creatrice per graduali sviluppi.

La terra si è dunque manifestata in modi diversi nelle diverse epoche della sua esistenza, e nei modi d'essere precedenti risiedeva la ragione dei modi d'essere susseguenti. D'accordo con quanto abbiamo esposto sulla vita passata della terra, Danton ne divide la sua formazione in quattro periodi. « È da tutti ammesso, scrive questo distinto naturalista, che le leggi della materia sono immutabili; e su questa immutabilità delle leggi naturali si fonda appunto la certezza e la scienza. Il nostro pianeta mostrasi composto di una massa principale, fluida, incandescente; di una sottile scorza solida, specie di scorie che lo avviluppa; di un secondo involucro liquido che ricopre più di $^4/_5$ della scorza; ed infine di un terzo inviluppo aeriforme di 12 a 15 leghe di spessore, e che pesa egualmente sopra tutti i punti della superficie. Queste diverse parti concentriche della terra, di una densità cre-

scente dalla periferia al centro, hanno dovuto formarsi successivamente: la parte centrale, in virtù di una forza di coesione, che aggregando e condensando gli elementi, sviluppava un calore enorme; la parte solida per la combinazione dei corpi semplici con l'ossigeno, vale a dire per la loro ossidazione; l'inviluppo liquido per la combinazione dell'idrogeno con l'ossigeno in eccesso contenuto nell'atmosfera; infine l'inviluppo aeriforme per la scomparsa successiva dall'atmosfera primordiale di tutti gli elementi combinati e mineralizzati. La formazione della terra può dunque essere divisa in quattro periodi; il periodo della coesione centrale, il periodo d'ossidazione, il periodo di scorificazione (o meglio di solidificazione) ed il periodo geologico. Ciascuno di questi periodi doveva presentare dei fenomeni particolari. Il nocciolo incandescente doveva dare all'atmosfera primordiale la luce di una nebulosità. L'ossidazione dei corpi semplici e particolarmente dell'idrogeno doveva produrre un fenomeno di combustione; in questo periodo la terra ha dovuto essere il teatro di un vasto incendio, di un immenso fuoco luminoso. La scorificazione doveva intercettare l'emissione del calorico e della luce centrale. Durante il periodo geologico nacquero e si svolsero le forme vegetabili ed animali. Ciò posto l'evoluzione terrestre può anche designarsi dalle fasi successive di nebulosità, di combustione, di estinzione, e di organizzazione ».

Alcuni naturalisti dividono la storia della terra in due grandi periodi: il *periodo bruto* che comprende tutto il tempo trascorso dal momento che la terra incominciò a divenire fino a quello in cui principiò a generare gli esseri organizzati: il *periodo vivente* che incominciò dall'epoca in cui finì il periodo bruto e dura ancora presentemente. L'agente principale che operava nel periodo bruto è il fuoco; l'agente principale che operava ed opera nel periodo vivente è l'acqua. Il fuoco e l'acqua, ecco i due principali agenti che diedero alla terra le forme che ebbe e che presentemente ha. Cartesio, quando disse che la *terra è un sole spento*, intuì che dessa fu primitivamente allo stato incandescente. Leibnitz è

giunto a concepire per via dell'osservazione la stessa idea che Cartesio aveva concepito per intuizione. Le materie vetrificate, vale a dire fuse dal fuoco, gli fecero nascere il concetto di un incendio primitivo e generale. Nel suo trattato intitolato *Protogea*, ei dice che la terra e gli altri pianeti erano, in principio, delle stelle luminose. Dopo aver bruciato per lungo tempo, si sono spente, per mancanza di materia combustibile e divennero dei corpi opachi. Il fuoco ha prodotto, per la fusione delle materie, una crosta vetrificata. Se le materie vetrificate rivelarono a Leibnitz l' incandescenza primitiva della terra, la dispersione delle conchiglie fossili su tutta la superficie dei continenti gli fecero nascere il concetto di una generale sommersione acquosa.

Se la materia, che forma presentemente la terra, non si fosse, come si è supposto, per la massima parte individuata fin dapprincipio tutta ad un tratto al centro terrestre, ma si fosse successivamente aggiunta in epoche diverse, allora a ciascun arrivo, a ciascuna addizione di nuova materia sarebbero avvenuti fenomeni e reazioni chimiche diverse, a seconda dello stato e della composizione dei corpi che già formavano la terra, e di quelli che in essa si introducevano ed incominciavano a prendervi parte. In questa ipotesi la nostra mente, non essendo più guidata da alcun stato, da alcuna ragione precedente, ma dovendo a ciascuna aggiunta di nuova materia aprire una nuova catena, una nuova serie di fatti, può spaziare nell'indeterminato campo dell'immaginazione e concepire un numero indefinito di stati e di ragioni e quindi di fenomeni e di reazioni. Quando è che la terra si è individuata al sole, ed intorno ad essa si individuò la luna? Può essere che simili individuazioni abbiano avuto luogo in origine quando la terra era ancora allo stato di nebulosa, e può essere che si sieno effettuate in seguito. Nel secondo caso la terra nell'atto dell'individuazione ha dovuto modificare il suo modo d'essere onde mettersi d'accordo con le nuove condizioni. Secondo il naturalista Mosè, la terra quando si è individuata al sole, era già popolata di piante, imperciocchè nel Pentateuco il « *fiat luminaria in firmamento*

Coeli et dividat diem ac noctem, si trova dopo il *germinet terra herbam viventem* ».

L'acido carbonico, l'acqua, l'ammoniaca, l'idrogeno solforato, l'idrogeno fosforato, i nitriti... sono le sostanze minerali che sotto l'influenza di opportune condizioni hanno generato nei tempi passati e continuano ancora a generare presentemente le sostanze dette organiche. Dalla mutua azione dell'acqua e dell'acido carbonico con eliminazione d'ossigeno vennero generate la desterina $C^6H^{10}O^5$, la cellulosa $C^{12}H^{20}O^{10}$ e le altre sostanze organiche non azotate che formano parte principale dei tessuti delle piante. Sei molecole chimiche d'acido carbonico reagendo con cinque molecole d'acqua producono una molecola di desterina e rendono libere cinque molecole d'ossigeno: $6CO^2 + 5H^2O = C^6H^{10}O^5 + 6O^2$. Se nella reazione interviene l'ammoniaca o qualche nitrato allora si formano le sostanze organiche azotate che si trovano in piccola quantità nei tessuti delle piante e formano parte principale dei tessuti animali. Se intervengono l' idrogeno solforato o fosforato, allora pigliano nascimento le sostanze organiche solforate o fosforate... Può essere che alcune poche sostanze organiche siansi formate per la diretta combinazione del carbonio con l'idrogeno e per la successiva reazione del carburo d'idrogeno con l'acqua, oppure con l'acqua e l'ammoniaca. La materia organica primitiva può essersi formata nei pori della crosta terrestre, oppure in seno dell'acqua o della stessa atmosfera. In quest'ultimo caso la materia organica sarebbe caduta sul suolo a guisa di pioggia. Le pioggie di manna avvenute negli antichi tempi storici, vengono in appoggio di quest' ultima opinione. La baregina ed altre sostanze organiche contenute nelle acque termali debbono essere state direttamente generate dalla mutua azione di CO^2, H^2O, H^3N... La materia minerale nel convertirsi in materia organica mette in libertà dell'ossigeno, si dilata e perde in velocità ossia in temperatura. La formazione della materia organica fa dunque crescere la dose d' ossigeno libero e diminuire la temperatura ed è quindi causa di raffreddamento. Quando la terra incominciò a generare dei corpi organici, la sua atmosfera

conteneva poco ossigeno libero, imperocchè il calcolo ci insegna che se gli esseri organizzati viventi, e quelli che si trovano allo stato fossile, bruciassero tutto in un tratto, farebbero passare allo stato di H^2O e di CO^2 quasi tutto l'ossigeno libero che presentemente esiste nell'aria atmosferica.

L'errore che solo le piante avessero la facoltà di preparare corpi organici è stato in questi ultimi tempi distrutto dalla ragione e dall'esperienza. Dalla ragione perchè prima delle piante la terra ha dovuto formare i materiali capaci di generare e costrurre gli organismi dei loro primitivi germi. Dalla sperienza perchè in questi ultimi tempi i chimici sono giunti a preparare con corpi minerali moltissimi corpi organici. Facendo reagire l'ossido di carbonio CO con l'idrato potassico KHO ottennero il formiato potassico $CHKO^2$. Facendo agire l'acido solfidrico ed il solfuro di carbonio sopra il ferro caldo ottennero del solfuro di ferro, dell'etilene C^2H^4 ed altri idrocarburi. L'etilene, fatto agire con l'acido solforico H^2SO^4, genera l'acido solfoetilico $C^2H^6SO^4$: l'acido solfoetilico, distillato con della potassa KHO, genera del solfato potassico e dell'alcole C^2H^6O: l'alcole sotto l'influenza degli agenti ossidanti si converte in aldeide C^2H^4O, in acido acetico $C^2H^4O^2$: l'aldeide sotto l'azione dell'ammoniaca NH^3, genera dell'ammonialdeide C^2H^7NO: l'ammonialdeide sciolto nell'acqua e sottoposto all'azione del calore e di una corrente di idrogeno solforato si converte in tialdina $C^6H^{13}NS^2$: la tialdina fatta bollire con ossido d'argento genera del solfuro d'argento e della leucina $C^6H^{13}NO^2$. Aggiungasi che si può convertire la leucina in valeronitile C^5H^9N ed in acido valerico $C^5H^{10}O^2$, che si può trasformare l'acido valerico in valerone $C^9H^{18}O$ ed in valeraldeide $C^5H^{10}O$, che il formiato e l'acetato di potassa distillati a secco forniscono dei carburi di idrogeno molto complessi, coi quali corpi si possono ottenere moltissimi altri corpi organici, e si avrà la certezza, che si possono formare sostanze organiche indipendentemente dalla forza vitale delle piante.

Più molecole chimiche organiche individuate insieme con poche molecole chimiche minerali (fosfato di calce, carbo-

nato di calce, silicato potassico. . .) generarono delle molecole fisiche particolari, le quali, come propizie furono le condizioni, si individuarono insieme e generarono i germi dei primitivi esseri poliorganici e diedero origine e forma alla vita vegetabile ed animale. Per l'individuazione delle molecole fisiche in germi, in embrioni nacquero dei nuovi centri di attività, delle nuove risultanti materiali chiamate *forze vitali*. Nei germi esistono dunque delle forze particolari, dei centri dinamici che non esistono nei minerali. Le forze vitali, come le altre forze inferiori fisiche, chimiche ed atomiche, quando ciò venga ordinato dalle forze razionali ossia dalle condizioni, fanno svolgere i germi, e fabbricano, mediante materia che assorbono dall'esterno, degli esseri, dei meccanismi diversi a seconda della natura della forza vitale, ossia della forma e struttura del germe. I moti particolari che la forza vitale e le altre forze inferiori producono negli esseri organizzati costituiscono la loro vita, la quale cessa come le forze fisiche cessino di comporsi in risultanti maggiori, o con altre parole come si estingua la forza vitale. Gli individui degli esseri organizzati vivono per un certo tempo e poi muoiono, ma durante la loro vita producono dei germi dai quali nascono e si sviluppano dei nuovi individui simili, i quali a loro volta producono degli altri germi e così di seguito finchè non vi si oppongano le cosmiche condizioni. La riunione di tutti gli individui simili contemporanei e successivi per via di riproduzione costituisce la specie degli esseri poliorganici. Le specie organizzate, quando le condizioni cosmiche non sono più propizie alla loro vita, cessano di esistere, e la terra genera direttamente i germi di altri esseri capaci di vivere in quelle nuove condizioni.

Gli embrioni primitivi nacquero e si formarono come gli altri embrioni; la differenza sta solo in questo che nella genesi dei primi, la terra formò direttamente lo stampo, il modello e le sostanze capaci di fabbricarli, e nella genesi dei secondi fece formare queste cose dai viventi esseri poliorganici. Il protoplasma (umore composto di sostanze organiche e di sostanze minerali sciolte nell'acqua) in cui si formarono e si

formano gli embrioni primitivi d'ogni specie ha una composizione simile a quello in cui si formano gli altri embrioni. Come in una soluzione salina si formano delle molecole, le quali se favorevoli sono le condizioni, generano dei cristalli regolari, così nel protoplasma si formano delle molecole, le quali se così comandano le ragioni, generano degli embrioni. Le forme che assumono i cristalli, come quelle che vestono gli embrioni, variano al variare della natura delle molecole e delle condizioni; le molecole nel generare i cristalli si dispongono intorno ad un punto e producono ivi un piccolo nucleo cristallino, il quale cresce per sovraposizione di altre molecole lungo certe linee dette assi. Le molecole nel generare gli embrioni si dispongono anche intorno ad un punto onde produrre il nucleo, il centro embrionale, ma mentre nei cristalli le forze molecolari si limitano ad ordinare le molecole, negli embrioni si compongono in risultante ed imprimono dei moti particolari alle molecole che vengono destinate alla genesi dell'embrione. Le molecole assorbite dal nucleo sotto l'influenza della risultante embrionale si modificano o si trasformano in molecole capaci di fabbricare l'embrione ed in molecole incapaci di ciò eseguire, le prime si muovono e si dispongono in modo da produrre le diverse parti dell'embrione, le seconde vengono eliminate al di fuori. I nuclei embrionali differiscono quindi dai nuclei cristallini in quanto alla forma ed al modo di crescere, in quanto alle forze da cui sono animati, ed in quanto alla composizione, la quale è omogenea nei cristalli ed eterogenea negli embrioni. L'osservazione di fatti ci insegna che nel protoplasma compaiono dei granuli, un certo numero dei quali si riunisce e forma il *nucleolo*, il quale per sovrapposizione di altri granuli genera un *nucleo*, sulla parete del quale in seguito a delle particolari trasformazioni si forma una specie di cassula che contiene nella sua cavità il nucleo: questa cassula si dilata e genera una cellula *nucleata* animata di particolari movimenti di contrazione e di espansione. La cellula nucleata è il modo il più semplice di organazione che si conosce, dal quale hanno principio le varie maniere di organazione le più

complicate: in essa sotto il punto di vista anatomico si debbe distinguere, a parte gli atomi e le molecole, le granulazioni elementari, il nucleolo, il nucleo e la sostanza della cellula stessa, e sotto il punto di vista fisiologico, a parte le forze atomiche e molecolari, le risultanti superiori che da esse derivano. Il punto per cui passa la risultante maggiore debbe trovarsi al centro della cellula. Kollicher ha difatti riconosciuto che nel centro delle cellule vive esiste un punto scuro, il quale scompare nelle cellule morte. L' ovo tanto vegetale che animale non è che una cellula nucleata. Nel sacco embrionario del seme vegetale vi sono tante cellule nucleate dallo sviluppo, e dalle metamorfosi delle quali dipende la formazione della futura pianta: il sacco blastodermico formatosi in seguito alle solcature dell' ovo animale è unicamente composto di cellule nucleate.

Il nucleo embrionale è il primo centro di contrazione e di espansione, intorno al quale si formano poi successivamente gli altri centri, finchè l' essere poliorganico sia completamente formato. I diversi centri di un essere poliorganico vivente gravitano ed oscillano intorno i centri maggiori, tutti intorno al massimo centro, e codesti moti oscillatorii sono poi causa di altri movimenti. Nella genesi degli embrioni e nel loro successivo sviluppo, il molteplice obbedisce all'uno, le forze minori (forze atomiche, forze chimiche, forze fisiche. . .) alle maggiori, e tutte alla forza suprema, ed operano in quelle direzioni e con quelle intensità che sono indicate dal piano che debbono eseguire: le molecole, le parti si uniscono alle altre parti affini, onde formare un tutto ordinato ed armonico. E ciò è appunto quello che i più eminenti fisiologi hanno trovato colle loro rigorose e dotte indagini. « I materiali degli organi, scrive Serres, nell'unirsi si comportano come se un'affinità propria presiedesse alla loro disposizione. Ciascun tessuto organico, ciascuna parte di organo si dirige verso la parte, ed il tessuto che è a lui omogeneo, e non si unisce che ad esso. Così i nervi vanno a congiungersi ai nervi, le arterie si portano verso le arterie, le vene verso le vene, i nodi ossei verso le ossa, i frammenti

dei reni sul piccolo rene centrale: non mai il rene si unisce all'epate o all'utero, non mai un nervo ed un'arteria si congiungono insieme. Seguendo queste formazioni si crederebbe di assistere ad una cristallizzazione di sali diversi, le cui molecole omogenee si attirano, mentre che le eterogenee si respingono e ciò sotto l'influenza della vita ».

« L'evoluzione organica, scrive De Renzi, ha in sè la ragione sufficiente della sua fattura, tanto nel tipo perfetto quanto nella forma ritmica, costituendo successivamente i diversi tessuti, i diversi organi, i diversi apparecchi, per modo che il secondo è effetto del primo ed annesso a questo, il terzo lo è al secondo ed entrambi lo sono al primo, e così di seguito, in maniera, che le parti organiche e la loro evoluzione fenomenica rappresentano il moltiplo collegato ad unità dai rapporti della gerarchia e dallo scopo unico ».

Come presentemente vi hanno acque termali che tengono in soluzione diverse materie minerali, della baregina ed altre sostanze organiche, così nei tempi trapassati dovevano esistervi delle acque analoghe, le quali costituirono il cistoblastema, il protoplasma primordiale. Le terre esercitano un'affinità verso le materie solide che stanno sciolte o sospese nell'acqua. Filtrando dell'acqua attraverso terre porose succede che le materie organiche che tiene sospese ed anche una parte di quelle che erano sciolte, restano assorbite dalle terre. Ciò posto, e posta la continua evaporazione dell'acqua, ne viene per conseguenza che verso le sponde, e sul fondo degli stagni e delle correnti di dette acque si accumularono e si condensarono le materie organiche e minerali che stavano in esse sciolte, e formarono ivi una densa mucilaggine, un denso protoplasma. In questo protoplasma scaldato a circa 38 gradi dal calore terrestre e fecondato dai raggi solari nacquero e si svilupparono gli embrioni degli uccelli, dei mammiferi e di tanti altri esseri poliorganici. I mammiferi primitivi ossia quelli che hanno formato il primo anello di una specie, terminata la fase della vita detta uterina, trovarono nelle stesse acque il cibo appropriato per nutrirsi finchè divennero capaci di altri alimenti. Inoltre, come presente-

mente vi hanno piante (albero a pane) che escernono un sugo simile al latte, così allora dovevano anche vegetare piante consimili, e nel loro làtte hanno trovato il primo nutrimento e si sono sviluppati alcuni mammiferi. Aggiungasi che, come Romolo e Remo furono allattati da una lupa, così i primi individui di alcune specie di mammiferi poterono essere allattati da quelli che già esistevano, ossia che comparvero primi sulla terra... D'altronde la Natura ha dovuto mettere le condizioni ed i mezzi necessari per conseguire i fini che si è proposta.

La terra, sia nel generare direttamente i nuovi germi, sia nel progenerarli per mezzo degli esistenti esseri organizzati, obbedisce all'impero delle cosmiche condizioni, le quali debbono indurre l'etere ad assumere la forma dei germi, e la materia ponderabile a copiarla ed a fabbricare il germe e successivamente l'essere poliorganico. Le forme eteree dei nuovi germi, ossia i *modelli interiori* dell'immortale naturalista Buffon, possono formarsi nell'aria e quindi fissarsi nel luogo in cui vi è la materia capace di copiarli, oppure possono pigliare origine nel luogo stesso in cui si trovano le specie organiche molecolari idonee alla costruzione del nuovo meccanismo poliorganico. A costrurre un nuovo meccanismo organizzato ci vuole dunque la forma, la materia e l'intenzione ossia la ragione che determina la materia a fabbricare quel dato organismo. L'esistenza di una specie organizzata cominciò quando la terra generò direttamente i primitivi germi, e finì o finirà quando cessarono o cesseranno di vivere tutti gli individui che successivamente nacquero o saranno per nascere. Il primitivo germe costituisce il primo anello della catena di una specie organizzata, gli ultimi individui che vissero o che vivranno ne costituiscono l'ultimo. Ogni anello intermedio di questa catena è figlio dell'anello precedente e padre dell'anello susseguente, è premessa ad un tempo e conseguenza; il primo anello è premessa che deriva da ragioni che sono al di fuori della catena, l'ultimo anello è conseguenza che funziona da premessa in altra catena.

Che i primi germi delle specie organizzate siano stati di-

rettamente generati dalla terra è una verità necessaria, imperocchè non hanno potuto venire progenerati da esseri organizzati simili che non esistevano ancora, e dovettero di necessità nascere direttamente dalla terra, a meno di supporre che gli individui organizzati sieno stati formati di tutto getto prima dei germi. Ma siccome la Natura nella genesi delle cose progredisce dal semplice al complesso, e da questo al più complesso... e siccome i germi sono meno complessi degli individui organizzati completamente sviluppati, così è più consentaneo alla ragione e ad una sana logica l'ammettere che i germi sieno stati generati prima degli individui, cioè che l'uovo sia nato prima della gallina. Aggiungasi che la generazione diretta dei germi è un fatto soggettivo insieme ed oggettivo. È un fatto soggettivo inquantochè fu intuito dalla massima parte degli uomini. Tutta l'antichità ha creduto alla generazione diretta, ossia alla generazione detta spontanea. Secondo i poeti la terra era madre comune di tutte le cose. È noto il bel verso di Lucrezio: « *Omniparens eadem rerum commune sepulcrum* ». Epicuro, Aristotele, Plutarco, Virgilio, Sprengel, Treviranus, Buffon, Gray, Lamarck, Burdach, Spallanzani e tantissimi altri eminenti ingegni hanno dimostrato con sodi argomenti la verità della generazione diretta. È un fatto oggettivo, perchè si è dimostrato per mezzo dell' osservazione e dell'esperienza, che la terra può ancora nelle condizioni in cui presentemente si trova generare direttamente dei germi di esseri organizzati inferiori nuovi o già esistenti. Il nuovo parassita (*paramecium coli*) stato non è guari trovato dal dottore Malmsten negli intestini di uomini infermi; il nuovo vegetale (*myophiton cohnii* di Lebert) parassita delle mosche; il *botrytis infestans* delle patate, il fungo microscopico (*panistophyton ovatum*) che flagella i bigatti, le due nuove specie di fungi (*Glyciphila eritrospora, G. eleaspora* Montagne) che Payen vide svilupparsi nello zucchero solido, e tante altre nuove specie non possono a meno di derivare da germi direttamente prodotti dalla terra. Il professore Mantegazza vide nascere infusorii da sostanze organiche state scaldate a 160 gradi in

un'acqua artificiale e nell'ossigeno ottenuto dal clorato potassico: il naturalista Pouchet vide svolgersi degli esseri viventi in un pane chiuso ermeticamente nella caldissima atmosfera del forno in cui erasi fatto cuocere, nei quali casi i nuovi esseri non poterono in verun modo provenire da preesistenti germi, perchè se avessero esistito sarebbero stati distrutti dal calore. Baudrimont si è per mezzo di accurate osservazioni assicurato, che la materia organica che sta sciolta nelle acque di *Vichy*, sotto l'influenza del calore, della luce e dell'aria, si organizza e genera delle piante cellulari appartenenti alle oscillarie. Donné, Ioly, Musset, Meunier, G. Cantoni e tanti altri non meno illustri naturalisti, hanno con rigorose indagini dimostrata la verità della genesi diretta dei germi, e non basterebbero tre grossi volumi per stampare tutte le osservazioni ed esperienze eseguitesi da moltissimi autori per confermare una tale verità, la quale non è menomamente infirmata dalle sperienze dei panspermisti, siccome quelle che nulla provano contro l'eterogenia, ma dimostrano semplicemente che le condizioni in cui si è operato non erano propizie alla genesi dei germi, la qual cosa venne testè dimostrata con sagaci sperienze dal professore G. Cantoni. Quest'egregio fisico dopo di essersi assicurato che gli infusorii tutti periscono ogni volta che una soluzione organica sia scaldata ad 80°, e che i loro germi restano estinti colla ebollizione a 100; scaldò entro palloni ermeticamente chiusi per dieci e più minuti colla pentola papiniana a 105, a 108, a 110, a 112... soluzioni organiche diverse (sugo di buon muscolo, tuorlo d'uovo stemperato nell'acqua, latte, decotto di zucca...) e riconobbe che in esse produconsi vibrioni, batterii, protei ed altri infusorii animali o vegetali, ma perchè ciò accada, si richiedono talune condizioni di quantità relative della materia organica, di temperatura dell'ambiente, di volume relativo dell'aria rinchiusa... senza delle quali non può aver luogo la produzione di siffatti infusorii. D'altronde quelli che oppugnano la generazione diretta non ci dicono in che cosa consiste la forza vitale, e quali relazioni offra con le altre forze naturali.

L'errore che la materia minerale fosse inerte e non organata, e che spontaneamente generasse i germi degli esseri organizzati fu causa che la generazione diretta non fosse da tutti ammessa. Ma ora che la logica dei fatti ha dimostrato che la materia minerale vive ed è organata, e che, come saggiamente ha scritto il filosofo Leibnitz « nulla vi ha di morto nell'universo, ma tutto vive, tutto ha materia e la sua entelechia od anima » è caduta l'obbiezione che gli esseri viventi non potevano essere generati da esseri privi di vita, e si intende facilmente come le vite e gli organismi degli esseri semplici possano, composti in risultanti, generare le vite e gli organismi di esseri complessi. Ora che si è riconosciuto che la materia nell' operare obbedisce all' impero delle cosmiche condizioni è anche caduta l'altra obbiezione che la materia potesse generare spontaneamente degli esseri organizzati. Il modo d'essere della materia che esiste in un luogo dipende dal modo d'essere della materia che esiste in altri luoghi, le nuove forme che la materia genera in un luogo, sono determinate dalle forze razionali che provengono dalle forme che vivono in altri luoghi: le forme materiali finite dipendono dalle altre forme materiali finite e dalla forma materiale infinita che comprende in sè tutte le forme finite. Il finito e l'infinito materiale dipendono dall'infinito assoluto ossia dallo spazio eterno in cui sono e durano. La generazione diretta non esclude il principio di Harvey « *omne vivum ex ovo* » ma lo completa, dimostrando che l'ovo deriva dalle molecole fisiche, che la molecola fisica deriva dalle molecole chimiche, che la molecola chimica deriva dagli atomi, che l'atomo deriva dalla condensazione della materia, e la materia fu creata da Dio: *omne vivum ex ovo, sed omne ovum ex moleculis; omnis molecula ex individuis chemicis; omne individuum chemicum ex atomis; omnis atomus ex materia; omnis materies creata fuit a Deo.* Non esclude pure l'aforismo di alcuni fisiologi *omne vivum ex vivo* ma i primi viventi, i viventi i più semplici sono gli atomi. Gli atomi di carbonio, idrogeno, ossigeno, azoto... diretti da opportune ragioni, si individuano in modo da formare le sostanze organiche e

successivamente i germi ed i meccanismi dei differenti esseri poliorganici. Può essere che le sostanze organiche (amido, albumina, fibrina...) proprie alla vita poliorganica non si formino che sotto l'influenza di forme vive eteree assai complesse irradiate dal firmamento o nate direttamente sulla terra. In questo caso i chimici, tuttochè sieno già giunti a produrre molte sostanze organiche, non potrebbero, proseguendo le loro sintetiche sperienze, a formare quelle proprie alla vita, imperocchè la genesi di queste sostanze richiederebbe l'intervento di forze che sono superiori alle forze fisico-chimiche.

La generazione diretta è dunque una verità necessaria ed apodittica. Le diverse specie organizzate che, a parità di tempo, vissero nelle differenti regioni terrestri, ed, a parità di regione, nei diversi tempi, riconoscono dunque la loro origine primitiva da germi stati direttamente generati dalla terra.

Il modificarsi che fanno le forme specifiche al mutarsi delle condizioni estrinseche ha indotto alcuni pochi naturalisti ad ammettere che la modificazione potesse progressivamente, per il continuo variare delle condizioni, giungere al punto da cangiare affatto la forma specifica, e che gli esseri poliorganici presenti sieno i discendenti trasformati di altri esseri poliorganici precedenti, i quali a loro turno sono i discendenti trasformati di altri esseri antecedenti e così di seguito finchè si giunga agli esseri organizzati primitivi. In quest'ipotesi tutte le specie poliorganiche che vissero vivono e vivranno sulla superficie della terra deriverebbero da una progressiva modificazione e trasformazione delle specie primitive, specie semplicissime che consistevano in una o più cellule. Il naturalista che maggiormente si sforzò di sostenere l'ipotesi della trasformazione della specie è Darwin. Molti fatti e ragioni di diverso ordine depongono contro il darwinismo, e dimostrano in un modo evidente che il trasformismo non è il modo naturale della genesi di nuove specie.

1° Se le forme specifiche susseguenti derivano da una progressiva modificazione delle precedenti, nella terra si do-

vrebbero trovare tutte le forme specifiche intermedie fra quelle semplicissime primitive e le attuali. Ora la paleontologia c'insegna che le specie organizzate che vissero in una data epoca geologica sono affatto diverse da quelle dell'epoca immediatamente precedente, e che la natura passò per salti da una ad un'altra specie organizzata, contrariamente a ciò che avrebbe dovuto avvenire se le specie presenti fossero il prodotto di una successiva variazione delle specie primitive.

2° Se le specie poliorganiche semplici si sono col tempo trasformate in specie di più in più complesse, perchè ciò non avvenne in tutte le specie? perchè vivono ancora presentemente specie semplicissime composte di una o di poche cellule? perchè il vivente regno vegetale ed animale risulta presentemente di una serie di specie, di più in più complesse?

3° Le specie organizzate che vivono presentemente hanno le stesse forme e gli stessi caratteri di quelle che vivevano 3 mila e più anni fa: esse non hanno quindi cangiato. L'ibis che viveva nei tempi di Faraone è esattamente lo stesso di quello che vive attualmente. Aristotele descrisse le specie animali che vivevano nei suoi tempi con le stesse proprietà con cui si descrivono dai moderni naturalisti.

4° Il fatto che il tipo specifico degli animali non varia al variare delle condizioni di incubazione, il fatto che nelle specie ibride i tipi delle specie generatrici non si sono fusi, ma semplicemente sovrapposti, e tendono a separarsi o ad estinguersi, dimostrano la stabilità delle specie poliorganiche, e che desse muoiono, anzichè trasformarsi; e se in alcuni casi eccezionali ciò accade, generano dei mostri, ma non delle specie normali.

5° Delle tre forme materiale, descritta ed ideale che ogni essere manifesta, le due ultime sono effetti e non possono per conseguenza trasformarsi in altri effetti, la prima è causa dinamica che obbedisce alla legge d'inerzia; essa si modifica al variare delle condizioni ma non cangia di tipo, e quando le condizioni non sono più propizie alla sua esistenza muore, o con altre parole le forze minori cessano di

composrsi in forze maggiori. Negli esseri astronomici e soprattutto in quelli molecolari alla morte delle forze maggiori succede tosto la nascita di altre risultanti, di altre forze maggiori; cioè le forze minori nel momento in cui cessano di essere composte in date risultanti incominciano subito a generare delle altre risultanti analoghe. In ciò consistono le vere trasformazioni. Ora le risultanti vegetabili ed animali possono indurre la materia a generare delle risultanti simili, ma non possono, morendo, trasformarsi in altre risultanti, imperocchè la materia che forma un dato essere organizzato non può assumere le forme di un altro essere poliorganico; la materia che forma per es. la menta non può assumere la forma della cicuta, la materia che ha la forma di un cane non può prendere quella di un gatto... Un essere poliorganico non può dunque trasformarsi in un altro essere dello stesso ordine.

6° L'ipotesi del trasformismo parte da una premessa ignota, essendochè non spiega come si sono formate le specie primitive da cui per via di trasformazione si fanno derivare tutte le altre specie, e quando i darwinisti si facciano ad indagare come si è formata la vita organizzata, resteranno convinti che la natura *semper sibi consona* generò le specie successive nello stesso modo delle primitive, e che non vi ha alcuna ragione di ammettere che per generare le prime abbia seguito un metodo diverso da quello che seguì nel generare le seconde.

7° Il darwinismo è stato vittoriosamente combattuto dai più celebri naturalisti. Di tutta la storia naturale, la fissità della specie è il fatto il più importante ed il più completamente dimostrato (Flourens). La fissità della specie è storicamente e sperimentalmente incontestabile (Coste). Le differenze capitali che corrono tra gli uomini e le scimie non permettono di supporre che il tipo uomo derivi dal tipo scimia (Biancone e Gratiolet). . . .

8° La generazione diretta dei primi tipi specifici è stata intuita dai più potenti pensatori e dimostrata coll'esperienza. Mosè nel suo pentateuco ammette la creazione successiva delle

diverse specie vegetabili ed animali. Ogni specie naturale è dunque l'opera di un atto separato di creazione.

9° I più caldi fautori della mutabilità della specie, avanti alla logica dei fatti, ne hanno in questi ultimi tempi disertata la bandiera. Wallace, in una recente opera, ha dimostrato che l'ipotesi del trasformismo non poteva essere applicata all'uomo. Al quale proposito il naturalista Claparede osserva, se Wallace ebbe ragione di negare che il darwinismo possa rendere conto della formazione della specie umana e delle sue varietà, allora bisogna riconoscere che quest'ipotesi non è più atta a spiegare la formazione delle specie vegetali ed animali. L'ipotesi del trasformismo è dunque erronea: la specie può, sotto l'influenza di particolari condizioni, modificarsi e variare alquanto, ma non cangiare il suo tipo originale.

Tutti gli uomini i più celebri hanno cercato di ridurre le cose che formavano l'oggetto dei loro studi ad un'unità, se non che si sono fermati ad unità secondarie e finite, le quali vogliono essere condotte ad un'unità primaria ed infinita, cioè all'unità materiale, la quale debbe a suo turno essere condotta all'increata e suprema unità immateriale ossia allo spazio eterno. La cellula è un'unità stata generata dalle molecole: le molecole sono unità state generate dagli atomi, gli atomi sono unità state generate dalla materia, la materia è un'unità nata nello spazio. Tutte le specie cosmiche, tutte le cose contingenti che furono, sono e saranno trovansi accolte ed immobili nello spazio eterno ed infinito. Quivi sono ancora fatte le cose contingenti passate: quivi sono già fatte le cose contingenti future; quivi non si fa mai nulla di nuovo, ed il nuovo non è che il passaggio della materia diretta dalla ragione per copiare l'eterna ed infinita idea in cui è compreso il passato, il presente ed il futuro. La specie infinita materia, guidata dalla ragione, genera, dividendosi in un numero infinito di spazietti finiti dello spazio infinito, e succedendosi in un numero infinito di tempuscoli finiti dell'eternità, un numero infinito di forme specifiche finite. Tutte le specie essendo formate della stessa sostanza si comprende

il perchè somigliano più o meno tra loro, e come siano di niun valore gli argomenti di analogia su cui si fonda l'ipotesi del trasformismo. Dall'essere la specie B succeduta alla specie A, dall'offrire queste due specie molti tratti di somiglianza, non ne viene per conseguenza che la specie A siasi trasformata nella specie B, che le risultanti dinamiche della specie A abbiano, morendo, generate le risultanti dinamiche della specie B. Nelle specie precedenti sta la ragione di nascere delle specie susseguenti, nelle specie che esistono nell'infinità dello spazio sta la ragione di svolgersi della specie che esiste in un dato luogo dello spazio.

La terra, mercè i suoi moti proprii e quelli degli esseri da cui è formata, scrisse vivendo la sua propria storia. Per conoscere la storia della terra bisogna dunque studiarla nel suo insieme ed in tutte le sue parti. La terra è una sfera schiacciata ai poli e rigonfia all'equatore che gira intorno a se stessa d'occidente in oriente; la retta intorno cui gira, chiamasi asse terrestre, le cui estremità sono i poli della terra. Un piano perpendicolare all'asse della terra e che passi per il centro di essa, dicesi equatore. Ogni circolo minore della terra, parallelo all'equatore dicesi *parallelo*. I circoli massimi della terra passanti pei poli diconsi meridiani terrestri. Infiniti sono i meridiani terrestri. Come questi dividono la terra in due emisferi orientale ed occidentale, così l'equatore la divide anche in due emisferi boreale od emisfero delle terre, ed australe od emisfero dei mari. La latitudine di un luogo sul globo terrestre è la sua distanza dall'equatore verso il sud o verso il nord. La massima latitudine è di 90 gradi, perchè i poli sono appunto a questa distanza dall'equatore. La longitudine di un luogo è la sua distanza dal primo meridiano stabilito; si conta sull'equatore 180 gradi all'est e 180 all'ovest. Il raggio equatoriale della terra, escluso però lo strato atmosferico, è di 6,376,986 metri, mentre quello dei poli non è che di 6,356,324 metri; il che dà una media di 6,366,655 metri ed una differenza tra i due raggi di 20,662 metri. L'estensione della superficie terrestre dedotta dai dati sovraesposti, è di 5,094,321 mi-

riametri quadrati ; il suo volume di 1,079,235,800 miriametri cubi. La densità della terra calcolata , partendo dalla legge dell' attrazione universale , è in media 5,53. Il peso della terra, ottenuto moltiplicando la sua densità per il suo volume è di 6,259,534 miliardi di miliardi di chilogrammi. La superficie solida della terra è per tre quarti circa sommersa , e per un quarto circa emersa. La superficie sommersa presenta le stesse ineguaglianze dell'emersa. Il rilievo del fondo del mare presenta diffatti vaste pianure ed alte montagne; qua si incontra la stessa profondità per una grandissima estensione, là il fondo del mare rappresenta una grande valle od un' ampia pianura ; qua sorgono scogli ed isole , vi hanno montagne od altipiani , la cui base è ricoperta dall'acqua. La profondità dei mari è molto variabile: la massima trovata nell'oceano atlantico australe sarebbe di 13623 metri. Partendo dalla ragionevole supposizione che la profondità del mare, in media , non oltrepassa 5000 metri, e ritenendo che esso copra circa i tre quarti della superficie del globo, si può stabilire che la massa delle sue acque non supera di molto due milioni di miriametri cubi, il che sarebbe un volume piccolissimo relativamente a quello delle altre parti che formano la crosta solida e l'interno del pianeta. Il mare , oltre i movimenti periodici del flusso e riflusso, prodotti dall'attrazione del sole e della luna , è animato di altri movimenti , cioè di correnti che a guisa di grandi e placidi fiumi lo attraversano in varie direzioni, muovendosi altre profondamente, altre superficialmente, altre dai mari glaciali all'equatore, altre in senso opposto. La variazione nel livello e nella densità dell'acqua per l'ineguale evaporazione e distribuzione del calore alla sua superficie, l'azione dei venti, le stesse maree... sono le principali cause delle correnti marine.

La parte della terra la più studiata si è lo strato esterno della sua crosta. La temperatura della crosta terrestre a partire dallo strato di temperatura invariabile , si eleva a misura che si discende lungo il suo raggio di un grado circa per ogni trenta metri di profondità. Da questo fatto e dalle

materie infuocate che rigettano i vulcani, si induce che nelle regioni interne, la terra è molto calda, che in un tempo era anche molto calda nelle regioni esterne, e che il suo raffreddamento procedette dall'esterno verso l'interno. Ed in ciò la logica d'induzione trovasi d'accordo con quella di deduzione. Alla profondità di 2 chilometri la temperatura della terra è già di 100 gradi, a quella di 90 chilometri sarebbe di 3000 gradi, cioè abbastanza intensa per fondere la più parte dei silicati, e verso il centro della terra, cioè a 6366 chilometri vi dovrebbe essere la sorprendente temperatura di circa 200000, alla quale, se non fosse dell'enorme pressione della sovrastante materia, tutti i corpi sarebbero fusi e volatilizzati. La temperatura delle regioni interne della terra dovette quindi crescere a misura che cresceva la pressione esterna ossia la quantità di materia che sopra si deponeva. Le roccie di sedimento trovansi al disopra delle roccie idropiriche e queste al disopra delle roccie ignee, le quali costituiscono la base fondamentale della crosta terrestre; dal che se ne induce che le roccie ignee formaronsi prima delle idropiriche, e queste prima delle sedimentarie. Le roccie ignee che alternano cogli strati di sedimento sono quelle che sortirono dal seno della terra dopo la formazione delle roccie sedimentarie su cui giacciono. « Da ignote profondità, scrisse l'immortale naturalista Humboldt, sorgono masse in fusione le quali si spandono in strette correnti lungo il pendio delle montagne, quando con impetuoso, quando con lento e tranquillo movimento, fino a che l'ignea sorgente inaridisca e la fumante lava sotto la crosta che si è formata si raffreddi. Novelle rocce allora s'adergono sotto gli occhi nostri; mentre le antiche... si modificano allo straordinario immediato contatto, o per la prossimità di radiante calore. Formazioni di tutt'altra indole ci presentano le acque, concrezioni d'avanzi d'animali e di piante, sedimenti terrosi, argillosi e calcari, conglomerati composti dei tritumi delle rocce, ricoperti da strati di siliciosi corsaletti d'infusorii e dai terreni di trasporto, ove giacciono le spoglie animali dell'antico mondo. La contemplazione di ciò che per sì diverse vie si è sotto gli occhi

nostri prodotto e stratificato, di ciò che per mezzo di reciproche pressioni e vulcaniche potenze venne in cotante guise stravolto, inflesso e rilevato, condusse l'osservatore, studiando le semplici analogie, ad istituire il confronto tra le epoche presenti e le più remote. Combinando i fenomeni attuali, generalizzando le idee intorno le relazioni d'estensione e le valutazioni delle forze attive, siamo riusciti a fondare solidamente il regno della geognosia ».

In geologia chiamasi terreno la riunione di tutte quelle roccie che paiono essersi formate in eguali condizioni. Vi sono quindi tante categorie di terreni quante sono le categorie delle roccie, cioè T. ignei, T. idropirici, T. sedimentarii. I due primi comprendonsi sotto il nome di T. cristallini. Fra i diversi terreni, quelli di cui si può stabilire più facilmente l'età relativa sono i sedimentari, giacchè dessi presentansi in strati sovrapposti gli uni agli altri, giusta l'ordine cronologico, e contengono gli avanzi degli esseri poliorganici che vivevano all'epoca in cui si formarono. Ogni T. *sedimentario* si può definire quell'assieme di strati che si depositò in una medesima epoca, e che perciò ha un ordinamento generale simile, non che reliquie poliorganiche sue proprie. Dicesi *stratificazione* l'ordinamento in istrati successivi dei diversi depositi di sedimento, che si formarono gli uni dopo gli altri. In generale tra i depositi che si riscontrano alla superficie del globo, si notano due sorta di stratificazioni, l'una orizzontale ed è la stratificazione naturale, secondo la quale tutte le materie trasportate dalle acque si depongono al fondo delle medesime; l'altra più o meno inclinata ed incurvata, e che proviene dai diversi sollevamenti ed abbassamenti avvenuti nella crosta della terra.

L'acqua può trasportare le sostanze solide allo stato di soluzione, o allo stato di sospensione, oppure farle rotolare sul suolo per mezzo della forza meccanica che spiega nel discendere dalle regioni elevate verso quelle che lo sono di meno. Le sostanze che trovansi sciolte producono separandosi dei depositi coerenti detti *depositi chimici:* le altre producono dei depositi incoerenti detti *depositi meccanici.* L'e-

vaporazione dello sciogliente, la variazione di temperatura, od una chimica reazione sono le cagioni che determinano la precipitazione delle sostanze sciolte. I carbonati di calce, di magnesia, di ferro... stanno sciolti nell'acqua in virtù dell'acido carbonico, e da essa si separano sia per lo sviluppo di CO^2 sia per l'evaporazione dell'H^2O. La selce sta sciolta in quantità notevole nelle acque alcaline, e da esse si separa sia per la saturazione dell'alcali per parte di qualche acido, sia anche per l'evaporazione o raffreddamento dell'H^2O, perchè in generale i solidi si sciolgono di più a caldo che a freddo. La selce, i silicati ed il carbonato di calce sono i corpi che formano la massima parte dei depositi chimici. I depositi meccanici si separano dall'acqua perchè sono più densi, od anche per l'evaporazione dell'acqua.

Oltre i mentovati depositi si distinguono ancora i *depositi misti* ossia *meccanico-chimici*. Questi depositi si formano se l'acqua lascia contemporaneamente deporre sostanze che teneva in sospensione e di quelle che erano sciolte, oppure se giunta sopra un deposito meccanico vi genera sopra un deposito chimico. Tanto nell'uno che nell'altro caso i corpi che formano il deposito meccanico trovansi cementati insieme dal deposito chimico. Si trovano spesso nella terra delle rocce di sedimento in cui le parti che formano il deposito meccanico sono cementate da carbonato di calce o da selce. Queste ed altre rocce formatesi in seno dell'acqua contengono di questo liquido e sono in generale più tenere nell'atto che si estraggono dalla terra che dopo essere state esposte all'aria. Egli è per questa ragione che si tagliano le pietre destinate ai lavori d'architettura mentre sono ancora tenere e che contengono ancora come si dice comunemente *l'acqua di carriera*. Il dottore Mac-Culloch cita un gres dell'isola di Tky che si può modellare come la pasta, nel momento della sua estrazione, cita dei minerali come l'asbesto, la tremolite, la calcedonia... che sono rigidi e resistenti come il vetro nei gabinetti mineralogici e si trovano sovente flessibili e molli nei loro primitivi letti.

Le sostanze solide si separano in un modo lento dalle acque

in stato di riposo, ed in un modo rapido da quelle in stato di movimento. I strati che formansi sono più regolari nel primo che nel secondo caso. Come al fondo dei laghi e dei mari attuali si depongono lentamente le sostanze solide che vi trasportano i fiumi ed i torrenti, non che le spoglie degli animali che in essi vivono, così al fondo degli antichi laghi e degli antichi mari si sono deposte le materie che le acque vi trasportavano non che le spoglie degli animali che in essi vivevano. Il fiume Po trascina ogni giorno al mare circa 4000 metri cubi di materia rapita al nostro continente. Ed allo stesso modo tutti gli altri fiumi del globo lavorano presentemente e lavorarono nei secoli passati. I depositi che si separano dalle acque durante le grandi inondazioni diconsi d'*alluvione*. È alluvione quel deposito di ghiaia mobile, di sabbia e di limo che in generale esiste tra lo strato superficiale del terreno vegetale e la sottogiacente roccia. Depositi d'alluvione trovansi in tutti i climi dalle regioni equatoriali sino alle regioni polari: essi hanno coperto tutti i nostri continenti e variano in generale secondo i luoghi da cui sono pervenuti. Il terreno d'alluvione nelle più alte latitudini dell'Europa e del nord dell'America, di sovente non è stratificato e contiene degli enormi frammenti di roccie ora angolari, ora rotondate chiamate *masse erratiche*. Queste masse ora stanno lunghesso i piedi delle montagne alpine, ora tengono disposizioni rettilinee nelle grandi valli, ora trovansi sparse nelle pianure, ora stanno elevate a certa altezza nei pendii delle montagne. Esse presentano una composizione diversa da quella delle roccie circonvicine, e furono trasportate per mezzo dei ghiacci, pendente il traslocamento dei mari glaciali, ovvero dalla forza viva che l'acqua e le grosse pietre acquistano nel cadere dalla cima dei monti nelle pianure. Egli è un fatto che nei mari glaciali nuotano dei ghiacci di straordinaria grandezza, nei quali trovansi incassati degli enormi pezzi di roccie. Nel 1835 fu veduto un ghiaccio galleggiante in pieno Oceano, nelle regioni atlantiche, a molte centinaia di chilometri dalle spiaggie, dirigentesi verso il nord e contenente un'enorme massa erratica. Dalle cime più ele-

vate delle Alpi, dal Monte Bianco e dal Monte Rosa sono partite delle masse erratiche le più notevoli, e queste masse sono discese andando dal sud al nord, sino nelle adiacenti regioni della Francia, dell'Austria e dell'Italia. Sulle cime delle catene del Giura, sulle colline di Torino, ed in tanti altri luoghi delle ridette regioni trovansi dei massi provenienti dalle Alpi. Sono masse erratiche il *rocco di Pianezza*, il *rocco della Maddalena*, quello del *Vallone di Tepice*...

La quantità di materia solida che le acque trasportano e depongono in certi luoghi della terra è uguale alla quantità della stessa materia di cui le acque si caricano in altri luoghi. L'acqua quando inonda un terreno scioglie le sostanze solubili e trascina le materie insolubili che si oppongono al suo movimento. Nel trasportare via le materie solide abbassa la superficie di livello del terreno e mette a nudo le sotto giacenti roccie. In ciò consiste la *denudazione delle roccie*. Molti fatti dimostrano in un modo evidente che immense superficie di terreni furono denudate dall'azione corrodente dell'acqua. Le collinette più o meno numerose di materie di sedimento, le cui cime si trovano allo stesso livello, ed i cui strati si corrispondono sono prove delle denudazioni operate in certe epoche dalle acque tra due collinette vicine. La rocca di Cavour ha una costituzione simile a quella di Monbracco, e trovasi sul prolungamento di questo monte, da cui l'acqua debbe averla separata trascinando via il terreno che la collegava con il monte. Le acque trascinando via il terreno in certe direzioni hanno generate quelle ampie e profonde scanalature, che solcano i terreni poco coerenti dette *valli d'erosione*. Le valli di cui è in ogni verso solcata la nostra astigiana furono generate dalle grosse correnti scese dalle alpi nell'ultimo cataclisma geologico (E. Sismonda). Le valli d'erosione non vanno confuse con quelle prodotte, ora da vere lacerazioni e spostamenti del suolo per sollevamento, ora da ripiegature di esso per laterali compressioni. Queste valli chiamansi di *lacerazione di piegamento* o di *increspamento*. Le valli variano d'ampiezza, di profondità e di ripidezza dei fianchi secondo i luoghi. Da quelle dolci e maestose in fondo

a cui scorrono il Po, il Tevere, l'Adige, il Reno... si passa ad alcune, poste nelle alte regioni equatoriali dell'Asia centrale e dell'America, le quali anzichè valli rappresentano spaventevoli fessure a pareti quasi verticali colla profondità di 1500 a 2600 metri.

Nelle pioggie eccessive e soprattutto nelle rapide ed ampie oscillazioni terrestri che elevarono il fondo dei laghi e dei mari ed abbassarono i continenti, risiede la causa delle grandi inondazioni che hanno trasportato e deposto i terreni d'alluvione. Egli è nell'atto che le acque dei laghi e dei mari si muovevano con eccessiva rapidità per cangiare di letto che si sono prodotti le più grandi denudazioni ed i più estesi terreni di trasporto. La corteccia terrestre, stante la virtù che ha la materia di oscillare intorno i rispettivi centri, si contrae continuamente in certi luoghi e si spande in altri. Nei tempi normali le oscillazioni terrestri sono lente e poco ampie, ma in certi tempi per stabilire l'equilibrio di pressione stato turbato dal suo continuo e progressivo raffreddamento, in grazia del quale i diversi corpi variano inegualmente di volume (Sedgwick e Angelot riconobbero che il granito nel solidificarsi si contrae di un quarto, la trachite di un quinto, ed il basalto poco più di un decimo del loro volume), generò delle rapide ed ampie oscillazioni, che sollevarono le basse pianure all'altezza delle montagne, ed abbassarono le montagne al livello delle pianure; che elevarono il fondo dei mari all'altezza delle pianure e dei monti, e scavarono dei profondi mari dove vi erano degli alti monti e delle pianure. Il suolo, che costituisce il fondo dei nostri mari, si trovava in un tempo elevato e costituiva le antiche pianure e gli antichi monti; il suolo che forma le nostre pianure, i nostri monti si trovava in un tempo abbassato e formava il suolo degli antichi mari. L'attuale terreno emerso che veglia e lavora, in un tempo, era sommerso, dormiva e si riposava sotto l'acqua: l'attuale terreno sommerso in un tempo era emerso ossia non coperto dall'acqua. La struttura della corteccia terrestre e soprattutto le grandi sinuosità degli strati dei terreni sedimentarii, e gli scheletri degli animali

acquatici esistenti sulle cime degli alti monti dimostrano in un modo evidente che nei tempi passati essa di quando in quando si è in un modo notevole e rapido elevata in certi luoghi ed abbassata in altri. I terreni di sedimento si incontrano a tutte le altezze al disopra del livello dell'Oceano: se ne osservarono nei Pirenei all'altezza di 2400 metri, di 3000 metri nelle Alpi, di 3900 metri nelle Lande, e di 5600 metri nell'Himalaya.

Che la corteccia terrestre produca presentemente delle lente oscillazioni è un fatto provato dall'osservazione. Darwin ha riconosciuto che nei mari in cui abbondano le isole di coralli, si produce un lento, ma continuo abbassamènto delle montagne sottomarine, sopra le quali giacciono le masse di corallo, mentre sopra altri punti del mare del sud, la terra è in via di sollevamento, ed i coralli furono sollevati al disopra del livello del mare. In Finlandia ed in una gran parte della Svezia, il terreno si innalza lentamente, senza scossa apparente, mentre nella parte meridionale della penisola esso si affonda nello stesso modo. Le incavature, i lunghi solchi disposti in linee orizzontali che trovansi entro terra sui fianchi delle montagne e sui dirupi sono prove evidenti che quei fianchi erano in un tempo antiche sponde che il mare percuoteva producendovi dei decadimenti, come si vede anche oggidì, e che furono sollevate alle altezze a cui le riscontriamo. I vegetabili ed altre sostanze proprie dei terreni emersi che si trovano nei terreni attualmente sommersi, sono prove evidenti che questi terreni in un tempo erano emersi e divennero sommersi sprofondandosi.

La costa occidentale della Groenlandia è da quattro secoli che continuamente si abbassa per un'estensione maggiore di 260 leghe dal nord al sud; antiche costruzioni, tanto sulle isole basse, quanto sul continente, vennero a poco a poco sommerse, sicchè spesse volte si dovettero trasportare più entro terra parecchi stabilimenti eretti lungo la spiaggia. Da un'oscillazione del suolo dipende il fenomeno del tempio di Serapide, sulla costa di Pozzuoli, che diede luogo a tante controversie tra i geologi. Di questo antico monumento non

rimangono più che tre colonne di marmo in posizione verticale sopra un suolo che è presso a poco al livello del mare. Queste tre colonne presentano a tre metri al disopra del suolo e per un'altezza di due metri, una zona perforata da conchiglie litofaghe, ciò che non potè avvenire che sotto i mari. Questo tempio costrutto sopra un terreno costantemente a secco, qualunque ne fosse l'elevazione, trovossi più tardi sino a 5 metri sott'acqua, e più tardi ancora di nuovo al livello del mare. L'antica via di Baia, gli edifizii innalzati da Agrippa che si trovano oggidì in tutto od in parte sott'acqua, furono certamente costrutti sopra un terreno asciutto, che si è posteriormente abbassato. Le variazioni barometriche servono anche a provare i sollevamenti ed abbassamenti del suolo, giacchè l'altezza della colonna barometrica diminuisce se il suolo si eleva e cresce se si abbassa. Le altezze barometriche osservate da Boussingault nelle Ande sono tutte maggiori di quelle osservate trenta anni prima da Humboldt; le differenze sono tutte nello stesso senso, lo che basta a provare che in quel lasso di tempo sia avvenuto un abbassamento nelle montagne di quel continente, ciò che sarebbe per altra parte in armonia con un' importante osservazione, quella dell'apparente innalzamento del limite inferiore delle nevi in quei paesi.

Nelle oscillazioni terrestri il liquido interno viene compresso nelle direzioni in cui la crosta terrestre si abbassa e spinto così a portarsi con una certa velocità nelle direzioni in cui la crosta si è elevata. Il liquido interno, per la forza viva che acquista muovendosi, può determinare la rottura della crosta terrestre e travasare all' esterno. Così ebbero origine le roccie eruttive. I travasamenti delle materie dall'interno all'esterno, assai frequenti nei tempi primitivi quando sottile e poco resistente era la crosta terrestre, divennero col tempo sempre meno frequenti, stante la maggiore resistenza che la crosta esterna, per il progressivo aumento del suo spessore, opponeva all'eruzione del liquido. Inoltre il liquido interno in un coi corpi aeriformi può concepire in certi luoghi un moto vorticoso simile a quello delle trombe

di mare e costringere, colla sua forza ascensionale, la crosta della terra ad elevarsi a guisa di cono e ad aprirsi al vertice per lasciare erumpere le materie interne. Così nacquero i *vulcani* ossia quei certi monti in forma di un cono tronco, avente alle sommità un'apertura detta *cratere*, da cui, se il vulcano non è estinto, erumpono di continuo, o ad intervalli indeterminati, materie di natura diversa. Il liquido interno può essere eccitato a muoversi non solo dalle oscillazioni proprie della Terra, ma ancora da altre cagioni e specialmente dalle trasformazioni che hanno luogo nelle materie interne non che in quelle che dall'esterno filtrano nell'interno, le quali facendo variare il volume dei corpi ne turbano l'equilibrio di pressione. Sul fondo del mare, scrive il geologo Angelot, trovansi fessure eguali a quelle dei continenti; per esse l'acqua debbe precipitarsi nell'interno del Pianeta, e supponendo di due chilometri la profondità del mare, e di cinque miriametri lo spessore della parte solida della corteccia terrestre, quest'acqua giungerà alla materia fusa sotto una pressione di 5200 atmosfere, sotto la quale grandissima pressione non potendosi convertire in vapore, deve conservarsi allo stato liquido in contatto della lava fusa, ed iniettarsi perfino nella medesima. Ma avvenendo che quest'acqua per il mutarsi delle condizioni si risolva in vapore, o si dissocii nei suoi elementi, o dia luogo a qualche altra analoga trasformazione, allora spiega una enorme forza di tensione, la quale induce il liquido interno a muoversi con grande velocità.

Il moto del liquido interno induce un movimento analogo nella sovrastante crosta terrestre. In ciò consiste il *terremoto* il quale può, come il movimento del liquido interno effettuarsi in tre maniere distinte: ora è *ondulatorio* cioè le scosse propagansi orizzontalmente alzando ed abbassando successivamente il suolo: ora è *succussorio* cioè le scosse si fanno sentire in direzione verticale dal basso in alto: ora è *vorticoso*, vale a dire il suolo sembra contorcersi e girare. Il terremoto ora si limita a far muovere il suolo, ora lo solleva, o lo avvalla o lo squarcia, od in altre maniere lo scon-

quassa riducendo le città più floride, le più belle campagne in un mucchio di rovine. Comunque manifestansi le scosse di terremoto, in generale durano sol pochi minuti, ma possono, succedendosi a più o men lunghi intervalli, continuare per giorni, mesi ed anche anni. I terremoti possono produrre dei nuovi vulcani o mettere in attività quelli che già esistono, le cui aperture mettendo in comunicazione le parti interne della terra con l'atmosfera, agiscono come valvole di sicurezza della corteccia che si trova nel mezzo. Le squilibrate forze interne si stabiliscono in equilibrio con lanciare fuori da queste aperture materie infuocate diverse, e non rompono o minacciano più di rompere la crosta terrestre in altri luoghi.

I vulcani rigettano, producendo detonazioni più o meno violente, materie diverse. Cominciano d'ordinario per lanciare fuori grande copia di fumo composto di diversi corpi aeriformi (acido carbonico, cloridrico, solforoso, vapore acqueo...). L'eruzione di codeste materie gassose è seguita ed accompagnata da quella di materie polverulente dette *ceneri vulcaniche*, a cui aggiungonsi spesso dei frammenti di pietre incandescenti porose chiamate *lapilli* o *pozzolane* non che dei massi più o meno voluminosi di *pomici* o di altre roccie che talvolta vengono lanciate a grandi distanze. I vapori e le ceneri rigettate dai vulcani formano alcune volte delle enormi nubi, di uno spessore non di rado sufficiente ad intercettare la luce del giorno e ad involgere nelle tenebre tutti i dintorni. Le eruzioni vulcaniche talvolta si limitano a produrre gli accennati effetti, ma di sovente trascinano fuori delle materie fuse, incandescenti, ossia le *lave* propriamente dette, che scorrono a guisa di torrenti sulle pendici del cono vulcanico e nelle adiacenti pianure, estendendovisi più o meno secondo l'impeto eruttivo e l'inclinazione del suolo. Le materie vomitate dai vulcani agiscono con maggiore o minore energia sulle materie solide circostanti; le disgregano, le scompongono in mille modi, le riducono in polvere, in poltiglia, come si osserva in tutte le solfatare (crepacci di certi crateri vulcanici semispenti, da cui spesso

si svolge del gaz solforoso accompagnato da vapore acqueo oppure da CO^2), nelle quali bisogna innoltrarsi molto guardinghi per non cadere entro masse di materie fangose talvolta caldissime. Ma nulla può somigliare per questo rapporto ai vulcani di Giava; i liquidi ed i vapori acidi che si svolgono in quantità immensa, distruggono tutte le roccie, e ne formano una pasta che non può più resistere all'azione espulsiva interna. Succedono allora delle spaventevoli eruzioni non più di lave, come nei vulcani ordinarii, ma di enormi masse d'acqua bollente carica d'acido solforico e di denso fango, che distruggono e trascinano tutto ciò che incontrano, e ricoprono tutto il paese di un fango solforoso che viene colà chiamato *buah*. I vulcani sottomarini rigettano materie simili a quelle dei vulcani terrestri. Durante l'eruzione si vedono infatti comparire alla superficie delle acque enormi quantità di materie terrose, di lapilli e di pomici; e nelle parti sollevate del terreno si riconoscono distintamente dei depositi di tufi vulcanici, di tufi pomicei affatto simili a quelli che formansi alla superficie della terra. Il numero dei vulcani attivi, e delle solfatare conosciute si fa ascendere a più di cinquecento, sparsi nelle diverse parti del globo, non per così dire all'azzardo, ma in modo a formare dei gruppi tra i cui varii coni costitutivi paiono esistere sotterranee connessioni. Una delle regioni vulcaniche più celebri estendesi per la massima parte del mediterraneo, e comprende il Vesuvio, l'Etna, Stromboli, le isole vulcaniche dell'Arcipelago greco... Un'altra abbraccia le isole Canarie e le Azore; una terza l'Islanda e la Groenlandia; una quarta stendesi lungo le Ande dal capo Horn fino alla California; una quinta...

I terremoti, i fenomeni vulcanici, le sollevazioni e gli avvallamenti che hanno luogo nel periodo attuale sono un debole riverbero di ciò che avvenne nei periodi trapassati, allorchè sotto tutt'altre condizioni di calore e di pressione, l'attività delle forze terrestri si sviluppò con intensità maggiore, sopra un suolo meno resistente ed in un'atmosfera più dilatata e carica di vapori. Ben più imponenti e grandi erano i terremoti, le aperture terrestri e le materie che da

esse prorompevano, le sollevazioni e gli sprofondamenti. Ai fenomeni vulcanici antichi debbesi riferire la maggior parte dei filoni metalliferi che, ora riempiono le fessure esistenti attraverso le roccie plutoniche e quelle di sedimento, ora serpeggiano nelle masse delle roccie di sedimento antico. Le materie che formano siffatti filoni vennero fuori dal seno della terra. Alle sollevazioni antiche è dovuta la formazione della massima parte delle montagne. Il geologo Elia di Beaumont ammette che nella sola Europa siano avvenuti più di 33 grandi sollevamenti, di cui i principali e più distinti si riducono a tredici. Questi sollevamenti diedero origine ad altrettanti sistemi di montagne. Si considerano come appartenenti allo stesso sistema ossia come generate dallo stesso sollevamento le montagne disposte sulla stessa linea ed in direzioni parallele. Per designare i diversi sistemi, si adottarono le denominazioni dei luoghi in cui ciascuno di essi è maggiormente sviluppato. I principali sollevamenti europei, a partire dal più antico andando verso il più recente sono i seguenti: il primo sollevamento generò il sistema di Hundsruck; il secondo generò il sistema dei monti Vogesi e dei colli di Bocage in Francia; il terzo il sistema del Nord dell'Inghilterra; il quarto il sistema dei Paesi Bassi e del Sud del paese di Galles; il quinto il sistema del Reno; il sesto il sistema di Thuringenweld; il settimo il sistema della Costa d'oro; l'ottavo il sistema del Monte-Viso; il nono il sistema Pireneo-Apenninico; il decimo il sistema Sardo-Corso; l'undecimo il sistema delle Alpi occidentali; il duodecimo il sistema delle Alpi principali; il decimoterzo il sistema del Tenaro (sollevamento il più recente a cui si riferisce l'apparizione dell'Etna, di Stromboli, della Somma del Vesuvio, le montagne della punta meridionale della Morea... e che va a finire al capo Tenaro). Ai mentovati ed altri sollevamenti che fecero emergere i terreni depositati in fondo ai mari ed ai laghi, corrispondono altrettanti affondamenti, giacchè un'oscillazione terrestre si compone di un moto di contrazione e di un moto di espansione. Ma non si può stabilire l'epoca dei diversi affondamenti che scavarono i mari

ed i laghi presenti, giacchè i terreni sommersi non poterono essere esaminati come si fece per quelli emersi.

Lo studio dei sollevamenti delle montagne ha condotto i geologi ai seguenti risultati. I sollevamenti delle montagne nel loro più ampio significato sono caratterizzati dalle proprietà d'allineamento, cioè gli strati sollevati prolunganosi sempre secondo direzioni rettilinee. Le azioni generali cui sono dovuti questi sollevamenti agirono orizzontalmente, cioè la causa loro risiede in una reazione della scorza del globo su lei medesima, per cui si è elevata in certi luoghi ed abbassata in altri. Queste azioni furono violente ed istantanee e la loro azione coincidette coi grandi cataclismi, che misero fine a ciascuna formazione e rinnovarono sulla terra le principali condizioni dell'organico sviluppo. La direzione delle azioni, a caduna delle epoche di sollevamento, fu uniforme e produsse delle pieghe parallele, e questa direzione variò ad ogni cambiamento di formazione. Il termine *formazione* indica, in geologia, un insieme di roccie che hanno alcuni caratteri comuni sia d'origine, sia d'età, sia di composizione.

Per istabilire l'età di un terreno di sedimento comparativamente a quella di un altro terreno della stessa origine, il carattere principale è la posizione relativa degli strati. In una serie di strati orizzontali sovrapposti, il primo, incominciando dal più alto, è il più moderno, e l'ultimo il più antico. Nelle regioni in cui gli strati furono sconcertati, spostati od anche rovesciati, sa tuttavia un geologo sperimentato trovare l'ordine primitivo di sovrapposizione facendo dei tagli nei terreni di qualche vicina regione, in cui gli strati siano rimasti orizzontali, o leggermente inclinati. Oltre l'ordine di sovrapposizione degli strati, il carattere mineralogico di caduno strato, i fossili che contengono, non che l'esistenza in seno di uno strato di frammenti spettanti ad una roccia preesistente, servono a stabilire l'età relativa dei terreni sedimentarii. Gli strati che formano i terreni se non sono stati sconcertati conservano sovente un carattere mineralogico identico sopra un'estensione di molti chilometri ed anche di molte centinaia di chilometri nel senso orizzontale, ma in un senso

verticale, od in una qualunque direzione obliqua al piano di stratificazione, questa identità cessa pressochè immediatamente, e non si può penetrare nella massa stratificata, ad una profondità di alcune centinaia di metri, senza incontrare una successione di roccie estremamente differenti, le une di origine meccanica, le altre di origine chimica; ivi la roccia è calcare, più lungi è argillosa, altrove è silicea; dove si compone di fini granelli, dove consiste in grossi ciottoli. Questi fatti dimostrano che i fiumi ed i torrenti hanno sparso lo stesso sedimento sopra delle larghe superficie durante lo stesso periodo geologico, ma che in epoche successive avendo cangiato di letto si caricarono e quindi deposero nella stessa regione delle materie molto diverse. Ma quantunque alcune formazioni siano continue sopra delle superficie larghe come la metà dell'Europa ed anche al di là, la più parte però sono rinchiuse in limiti molto più stretti, o cangiano tosto di carattere mineralogico. Talvolta si assottigliano gradatamente, come se il trasporto di sedimento avesse diminuito, oppure finiscono prontamente come se avessero toccato il margine dell'antico mare o dell'antico lago che servì loro di ricettacolo.

D' accordo col principio che la Natura nella genesi degli esseri progredisce dal semplice al complesso, e genera esseri diversi a seconda delle condizioni, la terra nell' epoca poliorganica incominciò a generare degli esseri organizzati semplici e successivamente, per il mutare delle sue condizioni, di quelli di più in più complessi, dimodochè ciascun strato sedimentario contiene delle specie fossili particolari, le quali sono tanto meno complesse quanto più antico è lo strato in cui si trovano e reciprocamente. Le cause principali che fecero mutare le condizioni di esistenza della terra sono il suo progressivo raffreddamento, le sue oscillazioni per cui cangiò lo stato della sua superficie solida, la vita degli stessi esseri organizzati per cui la sua atmosfera variò di composizione. Chiamasi *fossile* la forma di qualunque essere organizzato, che fu per naturali cause morto e sepolto nella terra. La *paleontologia* ossia la scienza che studia le specie fossili, ci

insegna che ciascuna formazione geologica contiene fossili diversi da quelli delle altre formazioni, e che questi cangiamenti nella natura degli esseri organizzati si rinnovarono un grande numero di volte durante la successione totale degli strati sedimentari che costituiscono la crosta terrestre. Di questi esseri che ora non esistono più che allo stato fossile si conoscono già oggidì più di 34 mila specie. I fossili i più comuni sono quelli delle specie acquatiche, e soprattutto quelli delle conchiglie e dei coralli.

Il carattere fornito dalle diverse specie fossili che trovansi nei terreni, serve non solo come criterio dell'età di una formazione, ma ancora per conoscere se il terreno si formò nell'acqua dolce o nell'acqua marina, perchè gli animali che abitano i mari sono diversi da quelli che vivono nei laghi e nei fiumi, non che per constatare l'origine contemporanea di due depositi sopra dei punti separati, perchè quando gli strati non furono spostati presentano nel senso orizzontale gli stessi fossili sopra una superficie più o meno vasta. I terreni di formazione marina si riconoscono perchè i fossili che contengono sono simili agli animali che vivono nei nostri mari. I più caratteristici sono i *polipai* più o meno simili a quelli dei banchi, le encriniti e gli echinidi. Nessuno di questi esseri fu mai trovato nelle acque dolci. Aggiungasi che soltanto nei depositi marini si trovano certe conchiglie univalvi spettanti ai generi *voluta*, *murex*, *cerithium;* le conchiglie bivalvi simili a quelle delle nostre ostriche, e le piccolissime conchiglie, dette conchiglie concamerate, come quelle del genere *nautilus* di cui si trovano delle specie in tutti i depositi dai più antichi sino ai più moderni. I terreni formatisi nell'acqua dolce si distinguono facilmente, perchè i fossili che contengono sono analoghi a quelli dei diversi animali che vivono nei nostri fiumi e nei nostri laghi. Le conchiglie univalvi le più caratteristiche dei depositi d'acqua dolce sono simili a quelle dei generi, *planorbis, limnea, paludina, Physa, succinea, melania...* Le paludine sono conchiglie turbiniformi, a spira piuttosto corta, i cui giri sono connessi, e perciò distintamente separati gli uni dagli altri:

l'apertura è angolosa alla cima. Le melanie sono a spira torricelata: le conchiglie bivalvi dei depositi d'acqua dolce, sono più rare delle precedenti, e si possono paragonare alle arselle (*unio*), alle anodonti, alle cicladi ed alle cirene. Le prime hanno le pareti piuttosto grosse, e sono munite di un dente allungato su ciascuna valva, e di un dente breve e forte sulla valva destra, e di un doppio dente compresso e striato sulla valva sinistra; le seconde sono conchiglie sottili e senza denti; le cicladi e le cirene più rotondate offrono su ciascuna valva due denti laterali allungati, che comprendono tra loro uno o più piccoli denti. I depositi in esame contengono inoltre delle conchiglie simili a quelle delle nostre lumache che costituiscono il genere *helix*. Gli avanzi dei pesci servono alcune volte a stabilire l'origine dei terreni. Certi generi, come il carpione (*Cyprinus*), il luccio (*esox*) sono proprii dell'acqua dolce.

Le foraminifere, come pure gli infusori muniti di un guscio siliceo che vivono nelle acque dolci e nei mari, ad onta delle loro piccolezze formano tuttavia dei depositi estesissimi di più metri di spessore, e presero quindi parte alla formazione dei terreni di sedimento. Le foraminifere, quelle piccole conchiglie marine, delle quali conosconsi da 700 ad 800 specie fossili, trovansi accumulate in quantità immensa negli strati terrestri, e costituiscono depositi calcari molto considerevoli, di cui la creta ed i terreni terziari ci offrono esempi in tutte le parti del globo. Gli infusorii, tuttochè invisibili ad occhio nudo, produssero col loro successivo depositarsi sul fondo delle acque in cui vivevano la più parte delle materie terrose composte di silice, conosciute coi nomi di tripoli, di farina fossile, di limo siliceo: essi trovansi in grande quantità nella più parte delle marne, specialmente in quelle dei depositi lagustri, dei calcari solidi della stessa formazione, nella creta... Gli animali acquatici muniti di guscio esterno, sono degli stromenti che servono a trasformare in un modo indiretto un terreno antico in un terreno meno antico, essendochè assorbendo e quindi condensando le materie che

stanno sciolte nell'acqua, le rendono idonee a sciogliere altre materie solide.

In molte parti della terra si trovano alternativamente dei depositi marini e dei depositi d'acqua dolce. Allorchè questi si presentano sopra una piccola scala, si attribuiscono all'alternativa occupazione di certi spazi dall' acqua dolce e del mare, perchè nell'epoca delle inondazioni i fiumi prevalgono sul mare, ne addolciscono le acque sopra una grande estensione, e vi depongono il loro sedimento; l' acqua salsa riprende poscia il suo dominio, e ritornando sul luogo che prima occupava lo ricopre di sabbia, di limo e di conchiglie marine. Alla foce di molti fiumi, come il Nilo, il Missisipì, esistono lacune che sono separate dal mare da barriere di sabbia, e che sono alternativamente riempite dall'acqua dolce e dall'acqua del mare. Quando l'alternanza delle formazioni marine e di acqua dolce si presenta sopra una grande scala, la si spiega ammettendo che quella terrestre regione dopo aver costituito per lungo tempo il fondo di un mare, sia diventata, per una terrestre oscillazione, il fondo di un lago, per di nuovo trasformarsi in un'altra oscillazione nel fondo di un mare, dopo essere rimasta o no per un dato tempo allo stato di terreno emerso... Nel sud-est dell'Inghilterra, una serie considerevole di strati d' acqua dolce di 30 metri di spessore giaciono sopra delle formazioni marine, e sono ricoperti da depositi crostacei d' origine marina che hanno più di 30 metri di spessore. Le formazioni terziarie dei dintorni di Parigi consistono in una serie di strati marini e d'acqua dolce che alternano tra loro, e riempiono una depressione della creta. La superficie che essi occupano ricevette il nome di bacino di Parigi, essa si estende sopra circa 290 chilometri di lunghezza dal nord al sud, e 145 chilometri di larghezza dall'est all'ovest.

La terra presentava nei tempi passati dei climi diversi nelle diverse sue parti come presentemente, e gli esseri organizzati, per la legge dei climi, erano allora distribuiti sulla terra quasi nello stesso modo che lo sono nei tempi presenti: la *geografia fisiologica* passata era simile alla geografia fi-

siologica presente: allora come adesso ciascuna regione terrestre era popolata da un insieme particolare d'animali e di piante. Le regioni in cui vivono specie consimili sono talvolta molto estese, specialmente quelle che sono abitate da animali marini. Il Mediterraneo per esempio, può essere considerato come una sola regione zoologica, perchè, quantunque ciascun luogo abbia probabilmente alcune specie che gli sono proprie, un numero considerevole degli stessi esseri organizzati si incontra sopra tutta l'intiera sua estensione. Se il letto di questo mare viene un giorno ad essere messo a secco, gli avanzi organici forniranno ai geologi un mezzo sicuro di stabilire l'origine contemporanea delle varie masse minerali sparse sopra uno spazio che eguaglia la metà dell'Europa. Mentre gli stessi fossili dominano in un gruppo particolare di strati, sopra un'estensione di più centinaia di chilometri nel senso orizzontale, raramente si incontrano gli stessi fossili sopra una profondità di molti metri, e più raramente ancora sopra quella di più centinaia di metri attraverso gli strati. Questo fatto constatato in quasi tutte le parti del globo dimostra in un modo evidente che a differenti epoche la stessa regione fu abitata da specie poliorganiche più differenti tra loro che quelle le quali coesistono attualmente nelle zone artica, temperata e tropicale. Negli strati successivi che si formarono in seno dell'acqua si sono successivamente deposte le spoglie degli esseri organizzati che popolarono la terra nelle diverse epoche di sua esistenza, e diedero a ciascun strato dei particolari caratteri. La terra ha naturalmente scritto in questi successivi strati, come in altrettanti tomi, la sua propria storia. In questi strati si legge la storia dei molteplici esseri poliorganici che popolarono la terra prima e dopo la genesi dell'uomo. In questi strati stanno registrate le indefinite mutazioni che la terra ha sofferto durante il lunghissimo periodo della sua vita passata. « Gli strati fossiliferi, scrive l'immortale Humboldt, ci presentano rinchiuse nelle loro tombe le *flore* e le *faune* delle epoche anteriori. Discendendo di strato in strato per iscrutare le relazioni di sovrapposizione, noi ci innalziamo pel fatto nella

serie dei tempi. Un mondo tranghiottito di piante e di animali si offre agli occhi nostri. Ogni sovvertimento della terra, ogni sollevamento di grandi catene di montagne, di cui è dato di determinare le età relative, contrassegnano lo sparire di antichi organismi, l'apparizione di nuovi ».

Prima che incominciasse l'epoca poliorganica la superficie della crosta terrestre consisteva in roccie ignee ed idropiriche compatte o più o meno stritolate e disgregate dall'acqua. Nei terreni di sedimento che formaronsi dal principio dell'epoca poliorganica sino a noi si trovano allo stato fossile gli esseri organizzati che vivevano nel tempo della loro formazione. Ciascun strato che si formava si deponeva sullo strato sottogiacente, ed il posto occupato dagli strati successivi serve ad indicare la loro età relativa; ma lo strato formatosi in ciascun tempo copre soltanto una parte della superficie terrestre, dimodochè in un solo luogo non si trovano sovrapposti tutti gli strati che successivamente formaronsi durante l'epoca poliorganica. Il numero dei gruppi che si possono stabilire negli strati fossiliferi è più o meno considerevole secondo il punto di vista da cui si parte: ma quando si adatta un sistema di ordinamento, non tardasi a riconoscere che non si incontra in sovrapposizione continua che un piccolo numero di gruppi della serie totale, locchè dipende o dal non essersi formato in quel dato luogo quello strato, od anche dall'essere stato posteriormente trasportato via dall'acqua. I geologi, per stabilire una successione cronologica dei gruppi fossiliferi, incominciarono da un taglio isolato, offrente molte serie di strati giacenti l'uno sopra l'altro. Poscia seguirono codesti strati, lasciandosi condurre dal loro carattere mineralogico e loro fossili, il più lungi possibile dal punto di partenza. Allorchè incontrano dei nuovi gruppi, si assicurano dalla sovrapposizione, della loro età relativamente a quelli che hanno già esaminato, e giungono così a classificarli in una sola tavola. Egli è per mezzo di questo processo che i geologi francesi, tedeschi, inglesi ed italiani, hanno determinato la successione degli strati dei terreni sedimentarii sopra una grande parte dell'Europa, e si accor-

darono nel dividere primieramente i terreni di sedimento in primari o paleozoici, secondarii o mesozoici, terziarii o cainozoici e quaternari, ed a suddividere in gruppi minori ciascuna di queste quattro classi.

I primari sono i terreni fossiliferi i più antichi: in essi abbondano le spoglie dei trilobiti, animali appartenenti alla classe dei crostaci. Il genere *Asaphus* in alcuni luoghi, come nel paese di Galles, è così abbondante da coprire intieri strati schistosi. I crostaci del mondo attuale che più somigliano ai trilobiti delle antiche formazioni sono le *serole* e le *limule* che vivono nella zona torrida. I gruppi principali dei terreni paleozoici sono i cinque seguenti: cambrico, silurico, devonico, carbonifero e peneano. I terreni mesozoici sono essenzialmente composti di formazioni marine; in essi abbondano gli avanzi degli ammoniti, animali spettanti alle famiglie dei cefalopodi. Gli ammoniti formano una conchiglia a volta continua spiraliforme, la quale presenta delle pieghe trasversali nella sua superficie. I principali gruppi del terreno secondario sono il vogese, il triassico, il giurese, il cretaceo inferiore ed il cretaceo superiore. I terreni terziarii sono caratterizzati dalle numerose conchiglie che contengono, e che presentano qualche analogia con quelle delle specie conchiglifere attualmente viventi; e dalla frequente alternanza di depositi marini con quelli d'acqua dolce. In essi abbondano le nummuliti, animali della grande classe dei molluschi che vivono dentro particolari conchiglie. I loro principali gruppi sono l'eocenico, il miocenico ed il pliocenico. I terreni quaternari formano la parte più superficiale della crosta terrestre: essi ebbero principio coll'epoca ghiacciale, nella quale la più parte dell'Europa era coperta da enormi ghiacciai venuti dal mare ghiacciale o formatisi localmente per il grande abbassamento di temperatura cagionato dai primi o dall'espansione delle molecole. I terreni quaternari si suddividono in pleistocenici e recenti. Esporrò brevemente i caratteri i più importanti degli indicati quindici gruppi classificandoli per serie ascendente, cioè incominciando dal gruppo ossia dal terreno più antico.

Il *terreno cambrico* costituisce i depositi di sedimento i più anticbi e quindi i più bassi tra quelli che si possono scorgere: esso giace immediatamente sopra le roccie ignee od idropiriche. Consiste essenzialmente in grovacchi schistosi, in schisto ardesia ed in strati calcari alternanti con strati di quarzite e di arenarie. Spettano a questo terreno le ardesie a lingule del paese di Galles del Nord, i schisti protozoici della Boemia, i gres di Postdam, degli Stati Uniti e del Canadà... I fossili sono in generale poco numerosi e si riducono ad alcuni fucoidi, ad alcuni avanzi di trilobiti, di brachiopodi, di encriniti, di briozari e di altri esseri acquatici di struttura semplicissima. I generi *agnostus*, *conocephalus*, *olenus*, *parodoxides*, sono i trilobiti caratteristici di quest'epoca, animali di struttura assai semplice consistenti in una serie di articolazioni circolari le une alquanto più grosse delle altre.

Il *terreno silurico* succede immediatamente al cambrico, ed in più luoghi gli giace sopra; in altri sopra i terreni cristallini. Questo terreno trovasi molto sviluppato in quella parte dei paesi di Galles, e di alcune contrade contigue in Inghilterra, che costituì in un tempo il regno di Siluri (d'onde il suo nome) tribù degli antichi Bretoni. Il T. silurico si compone principalmente di arenarie quarzose e di schisti. Spettano a questo terreno le arenarie del Calvados e di altri punti della Francia, i gres di Caradoc, gli schisti argillosi e calcari dell'isola di Sardegna... I fossili di questo terreno consistono in vegetali ed animali marini: i primi spettano alla famiglia delle alghe, uno dei gruppi i più semplici del regno vegetale: gli animali appartengono anche ai gruppi i più semplici. I più abbondanti, oltre gli echinodermi ed i coralli, sono tra i trilobiti i generi *asaphus*, *trinucleus*, *calymene*... fra i molluschi brachiopodi i generi *orthis*, *terebratula*, *atrypa*... fra i cefalopodi i generi *lituites*, *bellerophon crthoceratites* ed alcuni molluschi galleggianti pteropodi. Vi si trovano inoltre alcuni crinoidi, numerosi avanzi di zoofiti del genere *graptolites*. Nelle parti superiori del ter-

reno silurico trovaronsi alcuni avanzi di pesci i più semplici appartenenti ai generi *thelodus, plectrodus.*

Nell'epoca in cui formavansi i terreni cambrico e silurico uno strato d'acqua d'altezza non molto grande e ad un dipresso uniforme, doveva ricoprire quasi tutta la superficie della terra, e le montagne erano poco numerose e poco elevate. La piccolezza degli animali che vivevano in quell'epoca, l'abbondanza dei molluschi galleggianti, e quelli dei brachiopodi del tipo *orthis*, la quasi assenza dei pesci si accorda completamente con un tale stato della superficie della terra; ed in ciò convengono i più distinti geologi.

Dopo il silurico si è formato lo *strato devonico* così denominato, perchè è sviluppatissimo nel Devonshire. Questo terreno sembra che incominci dappertutto con poddinghe, le quali alternano ripetutamente con arenarie di diverso colore; vi succedono poi arenarie schistose a grana molto fina, schisti e calcari diversi che alternano tutti fra loro, e nel cui mezzo si trovano strati d'antracite, che fecero dare a questo terreno anche il nome di T. antracifero. Le arenarie gialle e rosse (*vecchio gres rosso*); i schisti bituminosi, gli schisti rossi, i grandi conglomerati della Scozia e dell'Irlanda; i schisti e le arenarie di diverso colore della contea di Devon, della Prussia, della Francia, del Belgio, la più parte dei marmi colorati dei Pirenei e della Montagna nera... spettano al T. devonico. In questo terreno abbondano i polipai dei generi *favosites, heliolites*, e *cyatopyllum*, le conchiglie univalvi chiuse di nautilo, ortoceràti e goniatiti; le conchiglie bivalvi di brachiopodi dei generi *productus* e *spirifer;* gli avanzi di pesci ganoidei e placoidei. Murchison e Sedgwicke hanno trovato nel vecchio gres rosso di Elgin le spoglie di un rettile *terlepeton elginense* di Mantell. In quell'epoca non esistevano però ancora nè mammiferi, nè uccelli, nè animali delle varie altre classi. I continenti d'allora, prodotti sovrattutto dal primo sollevamento, non erano ancora abitati da alcun animale terrestre, ma presentavano una ricca vegetazione composta però di sole piante acotiledini, e soprattutto di felci arborescenti, le quali diedero origine a quei potenti

depositi di combustibile fossile conosciuto sotto il nome di antracite.

Il presente è figlio del passato e padre del futuro. Le cose che successivamente nacquero nei tempi passati prepararono le condizioni proprie alla formazione del *terreno carbonifero*, che è succeduto al devonico. Le terre emerse nelle epoche precedenti alla carbonifera contenevano del sale marino ed altre materie sfavorevoli alla vegetazione. Le acque di pioggia filtrando attraverso a codeste terre ne hanno a poco a poco sciolte ed esportate le materie solubili e le resero proprie alle genesi ed allo sviluppo di grandi esseri vegetabili. Le piante nate in queste terre vergini, lisciviate e purgate dall'acqua di pioggia, scaldate dal sole e dal calore centrale della terra, circondate da un'atmosfera assai ricca di CO^2 e di NH^3 acquistarono delle enormi grandezze, e produssero delle folte ed immense foreste. Come le acque dei fiumi e dei torrenti attuali trasportano ed accumulano in certi luoghi le piante che seco trascinano, così i giganteschi ed innumerevoli alberi di quelle remote età vennero dalle acque trasportati ed accumulati in certi luoghi, ove col tempo si trasformarono nei combustibili fossili che ora noi troviamo sepolti nelle viscere della terra e che formano le ricchezze di tante nazioni. Le materie legnose, come ci viene insegnato dalla chimica, si convertono eliminando CO^2, H^2O ed anche dell'idrogeno carbonato successivamente in lignite, litantrace ed antracite.

Il terreno carbonifero quando è completo si compone di un deposito calcare detto *calcare carbonifero* e di un deposito d'arenaria la quale forma la parte superiore in cui trovansi deposti gli strati di carbon fossile ossia di litantrace (come nel centro della Francia). I depositi di litantrace formano ora dei bacini circoscritti, posti in fila gli uni degli altri ed indipendenti, e questi presero origine nei laghi d'acqua dolce, ora (come nel nord della Francia, del Belgio e dell'Inghilterra) formano immense e larghe zone, i cui strati non sono più continui e regolari, ed allora riposano sopra il calcare carbonifero, locchè indica che si sono pro-

dotti sopra delle piaggie marine, prossime alle coste, e quindi accessibili ai prodotti dei continenti. Nel terreno carbonifero esistono moltissime piante intatte, che hanno conservato i caratteri che vegetando avevano. La flora carbonifera conta già più di 900 specie determinate, di cui circa 500, secondo Brongniart spettano alle equisetacee, le altre si riferiscono alle conifere, alle felci, ai licopodii, e alle cicadee. Le conifere in vista della consistenza del loro legno, le sigillarie stante l'enorme sviluppo dei loro fusti e delle loro radici debbono avere avuto gran parte nella formazione dei carboni fossili. La flora carbonifera non ha di comune colla flora attuale che pochi generi di felci; difatti ora più non abbiamo quelle grandi sigillarie, quelli immensi licopodi, nè possiamo farci un'idea di quelle grandi calamite che tenevano il posto dei nostri equiseti, ed elevavansi a più di 25 metri d'altezza colle bizzarre loro forme, colle loro tessiture scagliose, ed aspetto straordinario, di cui la stessa vegetazione equatoriale è incapace di rammentarci le sembianze. Gli strati in cui trovansi più abbondanti questi curiosi avanzi di un mondo più antico, le cui forme sono impresse come sopra cera e conservate in tutta la bellezza delle sue parti più delicate sono, secondo Buckland, quelli della Boemia. « Il tetto di queste miniere somiglia ad una magnifica tappezzeria arricchita da festoni di un grazioso fogliame gettato senza ordine e con una sorta di profusione sovra tutti i punti della sua superficie, pare ivi, a chi osserva, di essere trasportato come per incanto nelle foreste di un altro mondo; lo circondano alberi di sconosciute forme e caratteri, a tronchi scagliosi, coi rami inclinati, e colle loro delicate ed eleganti foglie, appena alterate dai moltissimi secoli trascorsi dalla loro origine all'età nostra, onde rimane attonito da così fedeli testimonianze di un complesso di vegetazione che ebbe principio e fine in epoca di cui sollevandone il velo di pietra, ci si para innanzi in modo positivo la veridica storia ».

Immensa è la quantità di piante che vennero sepolte nell'epoca carbonifera: imperocchè lo strato medio fra i due limiti di questa formazione, cioè il più elevato ed il più basso

ci presenta l'enorme spessore di varie centinaia di tese. Nel paese di Galles del sud, il solo piano del litantrace ha uno spessore di 3600 metri. Grande pure dovette essere l'estensione di questa formazione, ed abbenchè essa sia per la maggior parte coperta da formazioni ulteriori, pur mostrasi a nudo in molti luoghi dell'Europa, dell'Asia, dell'Africa e dell'America. Il Belgio e l'Inghilterra sono le regioni europee che ereditarono la massima parte del combustibile ossia del calore che le piante assorbirono dalla terra e soprattutto dal sole nell'epoca carbonifera. I corpi minerali nel convertirsi in corpi poliorganici si espandono ed assorbono dall'ambiente una quantità di calorico eguale a quella che i corpi poliorganici svolgono nel convertirsi in corpi minerali, o con geometrici termini, le quantità di curve che si convertono in rette nella vegetazione delle piante è uguale alla quantità di rette che si convertono in curve nella loro combustione. Ciò posto i combustibili fossili sviluppano ora bruciando il calore che le piante hanno fissato nell'epoca della loro vegetazione.

Le spoglie animali sono poco frequenti nel terreno carbonifero: le marine sono rare. La famiglia dei pesci vi è rappresentata dalla divisione degli squali caratterizzata dai denti proprii a tritare, e da quella degli ibodonti da denti conici non taglienti, il cui smalto è increspato sulle due faccie. Nei dintorni d'Edimburgo si trovarono negli strati calcari subordinati a queste arenarie avanzi di enormi pesci sauroidi, i cui denti robusti e striati longitudinalmente, del pari che tutto il sistema osseo ricordano i rettili delle più grandi dimensioni. Nell'epoca carbonifera la terra generò per la prima volta insetti aracnidi e foraminiferi. Nei mari di quell'epoca, quasi privi di trilobiti, vivevano nuove forme di molluschi, di echinidi, ed alcuni grossi pesci della famiglia degli squali.

La rigogliosa vegetazione dell'epoca carbonifera fece variare la composizione dell'aria atmosferica, vale a dire diminuì la quantità di CO^2 e di NH^3, ed aumentò la quantità di ossigeno libero, e fece anche diminuire la temperatura. In virtù di queste e di altre variazioni la terra divenne capace di

generare altri nuovi esseri organizzati; principiò allora l'epoca Penea contrassegnata dalla prima apparizione di molluschi dei generi *ostrea* e *panopea;* dalla genesi di alcune specie di rettili dell'ordine dei saurii, di parecchi nuovi generi (*paleoniscus*, *amblesterus*) di pesci, di spirifere, di zoofiti e di prodotti e principalmente del *productus aculeatus;* dalla genesi di alcune specie di calamiti, di *Walchia,* di *naeggerathia* e di altre piante. In alghe, felci, licopodi, equiseti e conifere consistevano le piante che vegetavano nell'epoca penea. Sul fondo dei mari e dei laghi di quell'epoca si è formato il *terreno peneano* detto anche *permiano* perchè è assai sviluppato nel distretto di Perm in Russia. Il primo dei depositi del terreno peneano si compone di arenarie in generale di color rosso, assai abbondanti in Turingia, in Inghilterra, e nella Russia. In Francia questi depositi, domandati semplicemente arenaria rossa non si trovano che attorno ai Vosgi ove sono spesso nascosti dalle arenarie vogesi. Al di sopra dell'arenaria rossa si presentano in alcuni luoghi schisti bituminosi e cupriferi assai notabili specialmente nella Turingia. Nel terreno peneano si trovano i detriti dei mentovati esseri organizzati, si trovano pure molti altri molluschi ed alcuni avanzi d'encriniti.

Al terreno peneano, ultimo strato dei terreni paleozoici, succede il *terreno vogese* che è il primo strato dei terreni mesozoici. Il terreno vogese, da molti considerato come un membro del terreno triassico, è specialmente rappresentato dalle arenarie e poddinghe vogesi e della selva nera. L'arenaria vogese è attraversata da filoni ferruginosi e contiene inoltre dei minerali di manganese, di piombo e di mercurio. Non trovansi in questo terreno che pochissimi fossili consistenti in alcune impronte di piante acotiledini della famiglia delle equisetacee. La distinzione di questo terreno è pressochè fondata sulla sua stratigrafia. Sul finire dell'epoca vogese ebbe luogo il quinto sollevamento dopo il quale principiò l'*epoca triassica.* Allo schiudersi di quest'epoca la vegetazione, per le mutate condizioni, e sovrattutto per la diminuita quantità di CO^2, subì notevoli variazioni,

le felci e gli equiseti d'alto fusto diminuirono, le conifere per lo contrario divennero più numerose. In quell' epoca vennero per la prima volta creati i rettili dell' ordine dei chelonici, batraci di formidabile grandezza, crostacei decapodi, molluschi cefalopodi conosciuti col nome generale d'ammoniti, come nuovi saurii fra i quali sono rimarchevoli il *nothosaurus mirabilis*, ed il saurio della tribù dei tecodonti che Van Meyen chiamò *belodon*. Nei mari di quell'epoca si è formato il *terreno triassico*. Questo terreno, come lo indica il suo nome, si compone di tre depositi mineralogicamente distinti, detti dell'arenaria screziata, del calcare conchiglifero (Muschelkralk), e delle marne iridate. Questi tre depositi sembrano formare, almeno nella Germania, una specie di triade o di associazione inseparabile. Nell'Inghilterra non si trova il deposito intermedio. L'arenaria variegata è quarzosa, a grana fina, con cemento argilloso, di colore vario. Il deposito medio o conchiglifero è un calcare compatto, di colore grigio di fumo, contenente una grande quantità di conchiglie e di altri fossili, di cui i più caratteristici sono una specie d'ammonite (*ammonites nodosus*) una specie di encrinite (E. *moniliformis*), più alcune specie di terebratole, di avicole, d'ostriche e di trigonie. Il deposito superiore, quello delle marne iridate (o di *keuper*) è composto di marne variamente colorate. Nel terreno triassico stanno i più estesi depositi di sale conosciuti, di qui il perchè chiamasi anche terreno salifero. Al salgemma sono sovente associati degli ammassi di solfato di calce. Il signor d'Orbigny divide il trias in soli due piani: il *piano salifero*, ed il *piano conchiglifero*. La potenza di questi due piani non superò i 720 metri. La galena in grani trovasi alcune volte disseminata nelle materie arenacee del trias; a questo terreno spettano anche i minerali di rame di Chessy, il cromo ossidato di Creusot, il manganese ossidato di Romanèche, i calcari compatti vario-colorati del Tirolo, i calcari presso il Poggetto *Theniers* nella contea di Nizza.... Il terreno triassico superiore è assai sviluppato nelle alpi orientali, cioè nelle alpi venete, in quelle lombarde, nelle alpi del Tirolo.... e venne in quest

ultimi tempi diligentemente studiato dal geologo Maisisovies, il quale lo divise in tre piani, *carnico* (da alpi carniche), *norico* (da alpi noriche) e *retico*. Quest'ultimo piano, molto sviluppato nel cantone Friburgo della Svizzera e nel Tirolo settentrionale..., si compone di un calcare cristallino sabbioso, e di un calcare cretoso ricco in specie fossili di cui le più comuni sono l'*avicula contorta*, il *pecten valoniensis* e la *terebratula gregaria*. Il retico è il piano superiore del terreno triassico; esso trovasi in più luoghi ricoperto dal terreno liassico i cui primi strati sono caratterizzati dall'*ammonites planorbis*.

Dopo il terreno triassico si è formato il *terreno giurassico* così chiamato perchè è assai sviluppato nei monti del Giura. Esso si compone di depositi alternanti d'argilla più o meno sabbiosa e di calcari di vario colore e struttura, ora compatti ed ora formati dall'agglomeramento di grani tondeggianti, quasi ova di pesce cementati, onde il loro nome di *calcari oolitici*. Il terreno giurese si divide in due serie: la *serie* del *lias* e la *serie oolitica*. Queste due serie differiscono molto tra loro per il loro aspetto e la loro composizione minerale. Il lias comprende i strati calcari più inferiori. Esso è rimarchevole per le spoglie di vertebrati singolari, che, avuto in quell'epoca il principale loro sviluppo, sparirono poco dopo e per sempre; tali sono gli ittiosauri, rettili acquatici che avevano più di 7 metri di lunghezza con il capo munito di enormi occhi; i *plesiosauri*, notabili per la lunghezza del loro collo che somiglia al corpo di un serpente per la forma e la struttura; il *megalosauro* che ha caratteri comuni coi coccodrilli e coi monitori, e doveva avere 15 o 20 metri di lunghezza; i *pterodattili* sauri volanti che per la forma della testa e del collo si ravvicinano agli uccelli, per quella del tronco e della coda ai mammiferi comuni, e finalmente per quella delle ali agli attuali pipistrelli e vampiri. Nel lias abbondano i cefalopodi dei tre generi ammoniti, nautili e belemniti, le conchiglie del genere *gryphea*, *plagiostoma*, varii generi di crinoidi e di pesci, si trovano avanzi d'insetti precedentemente sconosciuti cioè ditteri, imenotteri e neurotteri

La serie oolitica si suddivide in tre piani: l'*oolite inferiore*, l'*oolite media*, e l'*oolite superiore*. L'oolite inferiore è spesso come pietrificato da globuli di idrato ferrico; essa offre in seguito uno strato d'argilla che gli inglesi chiamano la *terra a follone* perchè serve a sgrassare i drappi che escono dalle loro fabbriche, ed al disopra di quest'argilla il potente deposito della grande oolite. L'oolite media comprende due gruppi distinti di strati: il gruppo di Oxford che comprende degli strati d'un' argilla bleu, ed il gruppo corallifero formato di strati che racchiudono una grande quantità di coralli. L'oolite superiore si suddivide anche in due gruppi distinti: il gruppo kimmeridiano che comprende strati d'argilla bleu o giallastra (argilla di kimmeridge, e di Honfleur) ed il gruppo portlandico formato da strati calcari che forniscono un' assai bella pietra da costruzione. La serie oolitica presenta una grande quantità di cefalopodi dei generi ammonite, belemnite, ananchite; varie specie di *gryphea* e di *ostrea*, fra le quali la G. *cymbicem* e l'O. *manschii;* ossa di grandi animali che alcuni rapportano ai cetacei, altri ai rettili: le spoglie di piccoli animali spettanti all'ordine dei marsupiali cioè alla serie infima dei mammiferi; avanzi di varie piante della famiglia delle conifere, delle cicadee, delle felci e degli equiseti e fra questi l'*equisetum columnare*. Nell'oolite superiore trovasi lo strato di fango dell'isola Portland, dove incontrasi in parte allo stato siliceo, tronchi di cicadee in mezzo al terricio che compone la massa del deposito. Brodie ha raccolto nello stesso strato spoglie di insetti, come apteri e tricopteri, e gli avanzi di un piccolo insettivoro; Forbes trovò pure nell'oolite superiore degli echinodermi e degli sporangi di *chara*. L'oolite superiore si compone di molti strati che sono alternativamente marini e d'acqua dolce, e di quando in quando terrestri. Ciò dimostra che durante l'epoca giurassica la regione in cui si trova l'oolite superiore fu ora sommersa, ora emersa, e quando era sommersa fu ora coperta d'acqua marina ora d'acqua dolce.

I depositi giurassici sono molto estesi nell'Europa e nelle altre parti del globo. Riscontransi lungo tutta l'estensione

delle alpi della Savoia, del Piemonte e del Delfinato e si prolungano sino nella Provenza. Trovansi a nudo in alcuni punti dei Pirenei.... Gli esseri organizzati che lasciarono le loro spoglie nel terreno giurese furono per la massima parte direttamente generati nella stessa epoca. Sul finire dell'epoca giurassica ebbe luogo, secondo E. di Beaumont, il sollevamento detto della costa d'oro. Dopo questo cataclisma trascorse un lungo e tranquillo lasso di tempo, in cui avvenne la formazione detta *cretacea*, composta di una serie di depositi molto dissimili nella loro composizione litologica, riferibili però per i fossili che racchiudono ad una sola e grande epoca geologica. Chiamasi creta una varietà di carbonato di calce che è bianco, polverulento, soffice, molle e che si compone quasi ovunque veduto al microscopio di bucce calcaree di piccoli animaletti. I depositi di creta formano due terreni il cretaceo inferiore, ed il cretaceo superiore.

Fino a questi ultimi anni, tutti i geologi hanno accettati i limiti del terreno giurese e del terreno cretaceo come furono stabiliti dai depositi dell'Inghilterra e della Francia settentrionale, ed hanno ammesso che i piani kimmeridgico e portlandico formino ovunque il limite superiore del periodo giurese, ed il piano neocumiano (comprendendovi il valangiano) il limite inferiore del periodo cretaceo. Nuove scoperte e nuovi lavori tendono ora a dimostrare che tra codesti due limiti vi esistono dei potenti strati caratterizzati da una assai ricca fauna. L'insieme di questi strati formerebbe il piano detto *titonico* limitato in basso dal piano kimmeridgico sopra il quale sovente riposa, ed in alto dal piano neocomiano. Spettano al piano titonico andando dal basso in alto; il calcare di Gzorsztyn contenente i detriti di ammonites *tenuilobatus*, il marmo bleu degli Appennini a *terebratola diphya*, il calcare di Stramberg, il calcare grigio del monte Pellegrino, in Sicilia, a *tereb. janitor*, il calcare di Berries a *tereb. diphyoides*. I caratteri della parte inferiore del piano titonico lo avvicinano al terreno giurese, quelli della parte superiore al terreno cretaceo inferiore.

Di tre piani ben distinti si compone il terreno cretaceo inferiore: il *neocomiano* o *Wealdiano*, il piano dell'*arenaria* (*gres*) *verde* e quello della *creta tufacea*. Il piano neocomiano consiste generalmente in depositi marini, composti di calcari, di marne e di argille, con strati subordinati di sabbie ferruginose. Questi strati contengono degli echinidi, dei nautili di specie caratteristiche, e delle grandi ammoniti coi giri di spira separati. In alcuni luoghi codesto deposito marino è surrogato da una formazione corrispondente di depositi lagustri o fluviatili (formazione wealdiana degli Inglesi). I depositi wealdiani contengono parecchie specie di pesci e di testuggini fluviatili, miste a sauriani terrestri; fra i quali l'*iguanodonte*, rettile, secondo Cuvier, il più mostruoso che abbia esistito: esso doveva avere, a giudicarne dalla grossezza delle ossa, più di 20 metri di lunghezza. Il piano dell'arenaria verde contiene una marna blò (gault), poscia delle sabbie o gres verde. Il piano della creta tufacea è caratterizzato da strati di creta, verde inferiormente, ma nelle parti superiori è grigia, grossolana, sabbiosa o marnosa. I principali animali fossili che trovansi nei due mentovati depositi consistono in spoglie di scafiti, baculiti, turriliti, nautili, trigonie... Nell'arenaria verde di Athenfield in Inghilterra abbonda la grande conchiglia domandata *Persea Mulleti*. Nel terreno cretaceo trovansi numerose spoglie di vegetabili. Il naturalista Brongniart, nella sua divisione della serie fossilifera totale, adotta i tre gruppi seguenti, unicamente dietro le piante fossili: strati primari, *età delle acrogene:* strati secondari, tranne le piante cretacee, *età delle gimnosperme:* strati cretacei e terziarii, *età delle angiosperme*. Considera la flora del T. cretaceo inferiore come presentante un carattere transitorio tra la vegetazione secondaria e la terziaria. Le conifere e cicadee (gimnosperme) continuarono ancora nell'epoca cretacea a vegetare miste con felci, equiseti.... ma insieme a queste piante comparvero delle dicotiledoni angiosperme. Il dottore Deby ha scoperto negli strati cretacei inferiori di Aix-la-Chapelle una grande quantità di detriti di piante dicotiledoni angiosperme.

Il *terreno cretaceo superiore* nel quale trovasi la creta propriamente detta, continua senza interruzione la formazione precedente, e talvolta trovasi in strato discordante coll'arenaria verde. Questo terreno, formato di depositi esclusivamente marini, si compone, nel nord della Francia ed in Inghilterra, di diversi strati di creta tenera e fragile, che nei dintorni di Parigi presenta una potenza di più di 200 metri. I primi strati sono senza silice, ma nella sua parte superiore, la creta bianca racchiude dei rognoni di selce piromaca, disposti in serie piane, ove formano delle sorta di letti sovente ripetuti parecchie volte ad intervalli di piccoli straterelli. Nel mezzogiorno della Francia, la creta cangia d'aspetto: essa diviene più compatta e più dura, ed alcune volte non più colorata in bianco. Le spoglie di cefalopodi a tramezzi perforati, tranne le baculiti che si trovano tuttora a Mäestricht, disparvero intieramente nel terreno sopracretaceo; ma vi rimangono belemniti di specie particolari e molti altri detriti che non si trovano nella creta tufacea. Nel sud-ovest della Francia, come anche nei Pirenei, il terreno sopracretaceo contiene delle conchiglie particolari designate coi nomi di radioliti, sferoliti e di ippuriti, d'onde il nome di calcare ippuritico. Nel T. cretaceo superiore furono trovati avanzi di mammiferi cetacei che si riferiscono ai lamantini ed ai delfini, di testuggini, di saurii ovipari, non che di un pterodattilo o lacerta alata. Il prof. Marsh nel 1870 ha trovato avanzi di uccelli nei terreni cretacei. Nella creta sabbiosa di Mäestricht si rinvenne l'enorme *mosasauro*, sauriano analogo alle iguane che non aveva meno di 8 metri di lunghezza, e la sua testa armata di un formidabile apparecchio dentale, ne aveva un metro e mezzo. Nei mari dell'epoca sopracretacea, oltre i pesci cicloidei e ctenoidei, vivevano molluschi dei generi *murex, conus*.... ma dominavano i generi *lima, trigonia baculites, scaphites*... In quest'epoca scomparvero la più parte dei mostruosi rettili dei periodi precedenti, e si è estinta la razza degli ammoniti. Alcune nuove specie di felci e di piante dicotiledoni vegetavano assieme a palme, sino al centro dell'Europa. Que-

ste ultime ristrette oggigiorno alla sola Africa, rilevano evidentemente una temperatura media più elevata di quella attuale. Nell'epoca cretacea, masse granitiche emersero, come osservò E. di Beaumont, nell'Oisans.

La creta è un carbonato di calce di origine animale, ossia che certi animali per soddisfare ai bisogni della loro vita hanno assorbito direttamente dalla terra o dalle acque in cui era sciolto ed hanno impiegato per la costruzione del loro corpo, imperocchè somiglia ai detriti dei crostacei, degli echinidi, dei coralli... È del resto noto, giusta le descrizioni del capitano Nelson, che nelle isole Bermudes ed in quelle di Bahama esistono molte lagune, sul cui fondo si depone una melma calcare, bianca, molle che risulta non solo dalla triturazione delle coralline, dei coralli, delle spoglie di foraminifere, di molluschi di echinidi e di crostacei; ma ancora, come osservò Darwin, studiando le isole di coralli del Pacifico, dalla materia fecale reietta dagli echinidi, dagli strombus rodenti e dai pesci corallofaghi, cioè che mangiano coralli. Gli intestini di questi pesci, allorchè si aprono, si mostrano ripieni di creta impura: i loro escrementi sono, come le scaglie e le ossa dei pesci fossili della creta, composti principalmente di fosfato di calce... questi escrementi chiamansi *coproliti*. Se si considera all'enorme estensione dei terreni cretacei, se si considera che tanti altri depositi sia silicei che terrosi sono detriti di esseri organizzati, se si considera al numero indefinito di esseri poliorganici che popolarono la terra nelle diverse epoche geologiche, se si pon mente che tutti gli esseri poliorganici furono generati da sostanze minerali e ritornano scomponendosi in sostanze minerali, non si può a meno che esclamare col poeta Byron: « *La poussière que nous foulons aux pieds fut jadis vivante!* » Sì! la polvere che noi calpestiamo non solo è formata di piccolissimi individui che vivono una vita semplice, ma la più parte di questa polvere formò ancora, e chi sa quante volte piante ed animali.

Col terreno cretaceo termina il lunghissimo periodo secondario, sul finire del quale le condizioni geografiche dell'Eu-

ropa vennero profondamente cangiate dal grande sollevamento Pireneo-Apenninico; principiò allora l'epoca terziaria. L'*eoceno* è il terreno più antico di quest'epoca. Esso è composto di minerali diversi (argille, sabbie, ligniti, gesso, creta. . .) che riposano immediatamente sulla formazione cretacea. Questo terreno, molto sviluppato nei dintorni di Parigi, si divide in due sistemi di strati, nei quali predominano successivamente i depositi marini e le formazioni d'acqua dolce sottomarine: quello del *calcare grossolano* e quello delle *marne gessose*. Il complesso della formazione gessosa ha sino a 34 metri di spessore: essa è principalmente caratterizzata da molti avanzi di mammiferi. I terreni del bacino di Parigi, giusta le indagini dei naturalisti Cuvier e Brongniart, si compongono di tre strati d'acqua dolce e di due strati marini, locchè dimostra che durante l'epoca eocenica quello spazio fu alternativamente occupato dall'acqua dolce e dai mari: mentre nei terreni eocenici dei dintorni di Parigi predomina il calcare, in quelli dei dintorni di Brusselles predominano le sabbie, in quelle dei dintorni di Londra le argille. Nell'Italia superiore i banchi eocenici, dietro gli studi del professore Catullo, coprono la creta e vedonsi adagiati sui fianchi e sulle radici dei monti, e sono composti di quattro roccie dissimili, e dove predomina l'una, le altre scarseggiano o mancano affatto. Nel Veronese e nel Vicentino la più essenziale è il calcare grossolano tramezzato da marne turchiniccie subordinate. Questo calcare grossolano manca nel Bellunese ed è rappresentato da due arenacee. Si annovera fra il terreno eocenico inferiore il calcare nummulitico che si trova nei Pirenei, nelle Alpi, nelle colline di Superga ed in molti altri luoghi. In questo calcare assieme a pochi resti dei terreni cretacei si trovano molte nummuliti, nuclei di ceriti, di natiche ed altre conchiglie proprie dei terreni terziari. Nell'epoca eocenica la terra generò certi pachidermi più o meno analoghi al rinoceronte ed al tapiro cioè i paleoterii e gli anoploterii; uccelli spettanti alle sezioni dei rapaci, degli arrampicatori e dei gallinacei, rettili dell'ordine dei serpenti, generò mammiferi marsupiali, quadrumani, cheirot-

teri, cetacei e tanti altri animali e vegetali che lasciarono le loro spoglie nel terreno in esame. Sul principio del 1855 si trovarono, a Meudon vicino a Parigi alla base dell'argilla plastica la tibia ed il femore di un uccello (*Gastornis Parisiensis*) la cui grandezza eguaglia quella dello struzzo. Nell'epoca eocenica le forme dei nuovi molluschi cominciarono ad essere affini a quelle dei molluschi attuali: le piante cicadee scomparvero in gran parte: le monocotiledoni crebbero in numero: alle dicotiledoni si aggiunsero alcune specie di olmi, di abeti e di leguminose.

Sul finire dell'epoca eocenica ebbe luogo il decimo sollevamento, principiò allora l'epoca miocenica, durante la quale le acque formarono dei sedimenti in cui trovansi le spoglie degli esseri che popolavano la terra in quell'epoca. Il terreno miocenico mostrasi in varii luoghi degli Apennini, forma le colline presso Torino, copre il tratto su cui siede la capitale dell'Austria, si vede in Inghilterra, nell'Ungheria, ed in varii luoghi della Polonia; in Francia costituisce le falune della Turena, il bacino della Gironda; dell'Adocen e dell'Herault. I depositi miocenici compongonsi di strati di marmo, di sabbia e di conglomerati, e variano però dall'una all'altra località. Così nelle vicinanze di Bordeaux li rappresentano sabbie giallognole, mentre nelle vicinanze di Vienna la marna tàlvolta mista a sabbie, talvolta con del calcare: nell'Italia superiore, giusta le osservazioni del professore A. Sismonda, sono composti di mollasse sabbiose, micacee ed argillose, di arenarie e di ghiaie serpentinose più e più volte alternanti, e frammezzano in alcuni luoghi grossi banchi di un tenue conglomerato, nel quale primeggiano ciottoli e grandi massi di serpentina. Nell'epoca miocenica le specie delle piante acotiledoni, come pure quelle delle monocotiledoni diminuirono in numero, le dicotiledoni gimnosperme vennero ridotte a poche conifere, per cedere il loro posto alle dicotiledoni angiosperme, le cui specie divennero oltrèmodo numerose. In quell'epoca difatti vegetavano rigogliose molte specie di betulinee, di cupulifere, di ulmacee, di salicinee, di moree e di leguminose. I resti di queste piante sepolti nei depositi

miocenici si convertirono col tempo in ligniti, che si ricavano oggigiorno dalla terra. Considerevoli strati di lignite esistono a Nocetto, a Bagnasco nel circondario di Mondovì, a Cadibone nel circondario di Savona, a Entreverne nel Genevese... Nell'epoca miocenica esistevano nel centro della Francia dei vulcani che vomitarono i basalti, le lave cavernose ed altre roccie vulcaniche che riempirono laghi e sbarrarono il letto dei fiumi e dei torrenti. Durante queste eruzioni i mastodonti, i rinoceronti, gli elefanti, i daini, i tapiri, gli antracoterii, gli orsi e diversi animali da preda, e forse anche gli uomini, essendosi in questi ultimi tempi rinvenuti oggetti d'arte umana nei depositi miocenici, trovavansi alcune volte esposti alla caduta degli infuocati lapilli, o alle inondazioni di fango analoghe a quelle che accompagnano oggidì certe eruzioni vulcaniche. L'abate Bourgeois rinvenne delle selci diversamente lavorate (lancie, aste, freccie...) nei faluni della Turena, nelle sabbie fluviatili dell'Orleanese assieme con ossa di *Dinotherium Cuvieri*, *Mastodon Angustidens; M. Tapiroides*, ed in altri depositi miocenici. L'abate Delaunay trovò nei faluni miocenici delle ossa intagliate. Il geologo Laussedat trovò nel calcare lagustre delle Limagne, cioè nel terreno miocenico inferiore di Billy delle ossa di rinoceronte (R. *pleuroceros*) profondamente intagliate. Whitney, direttore del *geological survey* di California, dichiara di avere delle prove non equivoche dell'esistenza dell'uomo sopra le coste del Pacifico, anteriormente all'epoca ghiacciale ed al periodo del mastodonte e dell'elefante, nei tempi in cui la vita animale e vegetale era affatto diversa da quella che è presentemente, e ad un'epoca dopo la quale si è prodotta un'erosione verticale di circa due o tre mila piedi di roccie dure e cristallizzate.

Nell'epoca eocenica e miocenica vissero i molluschi gasteropodi dei generi *clymenia*, *beloptera* e *spirulirostra*. Le climenie avevano di comune cogli scomparsi ammoniti la direzione delle concamerazioni e le disposizioni per le appendici del mantello, e coi nautili la forma generale e ravvicinamento del sifone. Il genere beloptera offre caratteri inter-

medii fra le scomparse belemniti e le odierne seppie. Le cirene, le ceriti, le volute, le elici, le paludine, le crassatelle, le rostellarie, le lede, le lucine, le natiche, le melanie, le neritine, le limnee... furono, fra gli animali conchigliferi, quelli che principalmente popolarono la terra durante le mentovate epoche.

Sul finire dell'epoca miocenica ebbe luogo l'undecimo grande sollevamento, il quale fece profondamente variare le condizioni fisiche e geografiche dell'Europa: principiò allora l'epoca pliocenica. I sedimenti che si sono formati in quest'epoca si compongono particolarmente di marne e di sabbie così dette *subapennine* pel grande loro sviluppo alle falde degli Apennini. Queste sabbie occupano costantemente la parte superiore e talvolta sono coperte da letti di conglomerati; la loro stratificazione ordinariamente è orizzontale o poco inclinata, ed il loro colore giallognolo. Nelle sabbie subapennine vi hanno sovente banchi di resti di conchiglie e di granelli di sabbie unite con un cemento calcare, e questi banchi chiamansi *panchine* nella Toscana; altre volte questi banchi contengono conchiglie sciolte, ed in sì gran numero, che vengono in alcuni luoghi triturate, quindi adoperate per modificare alcuni terreni arabili. Le marne subapennine, che soggiacciono alle sabbie, sono in generale di un bigio più o meno scuro; esse contengono sovente mica, sabbia, conglomerato, calcare e macigno. Le sette colline di Roma, sono in parte composte di sedimento pliocenico, come il monte Mario, ed in parte di tufo vulcanico sovrapposto agli strati precedenti. Il terreno pliocenico trovasi nella Prussia, nella Turchia, nell'isola di Sardegna...; nel Piemonte è rappresentato dalle marne e dalle sabbie dell'Astigiana; nell'Inghilterra è conosciuto coi nomi di *crag* rosso e *crag* corallinoide; nella Svizzera col nome di *molassa*. La flora e la fauna del periodo pliocenico ci dimostrano che le condizioni climatologiche si avvicinano assai a quelle d'oggidì. La flora composta per la massima parte di dicotiledoni angiosperme, offre, se non un'identità, certo una grande analogia colle dicotiledoni dell'età corrente, particolarmente nelle specie degli olmi,

degli aceri, dei carpini, dei salici, dei castagni. Vivevano nell'epoca pliocenica uccelli dell'ordine dei corridori, anellati della classe dei miriapodi, mastodonti, elefanti, rinoceronti, ippopotami, dinoterii, gliptodonti, cavalli, gatti, buoi, molluschi con forme analoghe a quelle di quelli che vivono presentemente. . . . Egli è in questo periodo che visse quel gigantesco mammifero dell'ordine degli sdentati detto megaterio, di cui il Museo di Torino possiede il più compiuto scheletro che siasi finora scoperto. Le conchiglie più comuni del terreno pliocenico sono quelle dei generi *murex*, *cyprea*, *nassa*, *astarte*, *pyrula*, *buccinum* e *pleurotoma*. Nei sedimenti pliocenici di una piccola collina chiamata colle del Vento, situata nel circondario di Savona (Liguria) si è trovato un cranio ed altre ossa umane (Issel). Nelle sabbie stratificate di Saint-Prest vicino a Chartres, che tutti i geologi rapportano all' epoca pliocenica, il bibliotecario del Museo di Parigi, Desnoyers, trovò delle ossa intagliate, e l'abate Bourgeois delle selci lavorate a guisa di lancia, di asta, di freccia...

Verso il fine dell'epoca pliocenica ebbe luogo il duodecimo sollevamento; principiò allora il periodo quaternario, durante il quale formaronsi i terreni di sedimento i più superficiali della crosta terrestre. Questi terreni non offrono più i caratteri di sedimenti che si sarebbero prodotti tranquillamente in seno delle acque, ma piuttosto quelli di depositi irregolari, risultanti in generale da un trasporto rapido e più o meno violento, d'onde il nome di terreni d'alluvione. Dividonsi in *terreni pleistocenici* o d'*alluvioni antiche*, ed in T. *recenti* o *moderni*. Il terreno pleistocenico comprende i trasporti glaciali del nord dell'Europa e degli Stati Uniti; i massi erratici delle Alpi, le alte spiaggie del Mississipì, i depositi fluviatili del bacino idrografico del Reno chiamati *Locss* in una parte della Germania e *Lehm* in Alsazia; le breccie e caverne ossifere, i conglomerati, i tufi calcarei ed altri depositi posti in parecchie località della periferia del Mediterraneo e presso le coste degli altri mari, a varie altezze sopra il livello dell'acqua marina. Le breccie ossifere, che riempiono certe spaccature, sono fra loro collegate lungo tutte le coste

del Mediterraneo da un cemento calcare ferrugineo che contiene qualche volta conchiglie marine. Trovansi di queste brecce nel contado di Nizza, in Sardegna, in Corsica, in Sicilia, nella Francia meridionale, nella Dalmazia ed in Gibilterra. Le caverne ossifere si trovano più particolarmente scavate nel calcare giurassico; esse divengono rare nella creta, ma tuttavia pur ve ne sono, e ve ne sono anche nei depositi superiori, e nei terreni più antichi come quelle di Kirkidale. Nella Sicilia vi sono caverne scavate nel calcare terziario. I fossili esistenti nella parte superiore del T. pleistocenico hanno tutti i loro analoghi viventi: nella parte inferiore di questo terreno trovansi per lo contrario alcuni fossili (*Ursus spelens*, *Hyena spelea*, *Elephas primigenus*, *Rhinoceros tichornhinus*...) che non hanno viventi i loro analoghi, cioè che cessarono di riprodursi. Nel terreno in esame trovansi ossa di iena, di orso, di tigre, di gatto, di lupo, di elefanti, di cavallo, di lepre, di uomo, oggetti di arte umana e le reliquie di altri esseri poliorganici affatto identici a quelli che vivono al giorno d'oggi. Boucher de Perthes ha scoperto una mascella fossile umana non che delle ascie ed altri stromenti di selce in un terreno, depositatosi sul principio del periodo quaternario, situato nel dipartimento della Somma (Francia) in vicinanza di Abbeville. L'autenticità della scoperta in discorso e l'assenza di frode sono state stabilite da un giurì composto dei naturalisti inglesi Falconer, Carpenter, Prestewich e Busk e dei naturalisti francesi Quatrefages, Milne Edwards padre e figlio, Lartet, Delesse, Desnoyers, Gaudry, abate Bourgeois... Lartet trovò nelle caverne di Massat e di Savigne, stazione d'Aurignac ed in altri terreni pleistocenici della Francia, scheletri umani fossilizzati e diversi oggetti d'arte. Il nostro egregio naturalista Paolo Lioy trovò nella caverna di Colle di Mura, a Lumignano, dopo avere scavato a dieci piedi di profondità, utensili di selce simili a quelli trovati da Lartet nelle grotte di Perigord, cocci di rozze stoviglie, una scheggia di ossa foggiata ad ago: una sferetta di terra cotta con un foro nel mezzo: nella collina ivi dirimpetto, in una grotta detta del Chiampo ad

eguale profondità, dissotterrò resti dell'orso fossile delle spelonche e frammenti d'armi di selce: nelle fognature del lago di Fimon trovò pure diversi prodotti di industria umana, non che infitti nella terra i piuoli con cui gli uomini di quella remotissima età facevano le loro ovali o circolari capanne. Il signor Horel trovò in alcune caverne dei dintorni di Mentone molte freccie di selce. Nelle torbiere moreniche del Piemonte, che debbono essersi formate verso il fine dell'epoca pleistocenica o sul principio dell'epoca recente, trovaronsi diversi oggetti di arte umana. Nelle torbiere di Mercurago presso Arona unitamente a freccie di selce furono trovati frammenti di vasi di terra, e di pietra ollare, un canotto formato in un tronco d'albero scavato, un'àncora, una punta di giavellotto, uno spillone di bronzo, ed i pali delle capanne (professori B. Gastaldi e Moro). Nelle vicine torbiere di Borgo Ticino si trovarono altresì freccie di selce e frantumi di terraglie... Il paleontologista Lartet divide il periodo pleistocenico europeo in quattro epoche: la più antica è quella in cui si sono formati i depositi i più inferiori. Gli scheletri umani e gli stromenti di selce, trovati ad Aurignac associati con ossa dell'orso delle caverne, spettano a quest'epoca. La seconda epoca è quella durante la quale si deposero le più grandi estensioni di ciottoli stratificati. Essa è caratterizzata dall'apparizione dell'*Elephas primigenus*, e finì colla estinzione della stessa specie. Il *Rhinoceros tichornhinus* accompagna in generale l'elefante e scomparve con lui. A quest'epoca Lartet rapporta le ascie in selce trovate nei banchi diluviali di Grenelle, Chichy, Abbeville, Amiens... La terza epoca è caratterizzata da che contiene le ultime traccie della renna, e la quarta da che vi si trova per l'ultima volta il *Bison Europeus* ed il *Bos primigenius*. Il piano medio della grotta d'Arcby e la caverna di Bise non che quella di Savignè spettano alla terza epoca; in esse Lartet trovò oggetti d'arte fra cui una assai curiosa scultura sopra un metatarso di cervo, rappresentante due profili d'animali. La grotta inferiore di Massat spetta alla quarta epoca: in essa si sono trovati oggetti d'arte (aghi, freccie, sculture...) meglio la-

vorati. Queste epoche antiche si legano insensibilmente alle epoche storiche, e la paleontologia si confonde così con l'archeologia che stabilisce, dopo l'età della pietra, quelle del bronzo e del ferro.

Il terreno moderno è quello che si è formato dopo il decimoterzo grande sollevamento: esso comprende i depositi che si sono formati dopo i pleistocenici, le torbe, la terra vegetale ed i prodotti dei moderni vulcani (Etna, Vesuvio...). Le materie, che i nostri fiumi divelgono dai continenti e seco trasportano, formano altrove e, soprattutto nei laghi e nei mari in cui vanno a sboccare, degli enormi depositi. Queste materie colmano, coll'andare del tempo, le depressioni di ogni maniera che i fiumi attraversano, e la superficie di laghi e di paludi viene convertita in fertili campi: i materiali trasportati dal Ticino e dalla Maggia nel Lago Maggiore, quelli deposti dall' Adda nel Lago di Como danno continuamente maggiore estensione alle pianure di Magadino, di Locarno, di Colico... Lo stesso effetto producono i depositi del Rodano nel lago di Ginevra; nel periodo di 800 anni l'estremità orientale di questo lago si è elevata a segno che il paese chiamato Porta Valais, situato anticamente sulla sua sponda, ne dista oggidì di circa tre chilometri. Più di tutti sono rinomati i grandi depositi del Mississipì, forse il più largo fiume che scorra sulla terra, che ha nell'Ohio, e nel Missouri due tributarii più grossi dei maggiori fiumi dell'Europa. Questo fiume non solo forma sui margini tratto tratto alte cataste di avanzi vegetali, ma la parte di tali avanzi che trasporta sino al mare è sì grande, che taluno non ha creduto di esagerare dicendola di più migliaia di metri cubi all'ora. Famosi sono i *delta* ossia i sedimenti di forma triangolare che producono alle loro foci nel mare il Mississipì, il Nilo e specialmente il Gange: il delta del Nilo, secondo alcuni autori, dai tempi di Erodoto in qua crebbe di una mezza lega, quello del Gange già copre una superficie di 480 miriametri quadrati. Il terreno moderno contiene fossili appartenenti a specie analoghe a quelle che ancora esistono nella stessa regione: in esso trovansi ossa di animali domestici

(cavallo, colombo, cane, gatto, maiale, bue, vacca, asino, capra, pecore...), ed avanzi dell'umana specie associati ad oggetti di una progredita industria. Nei terreni d'alluvione del Tamigi trovaronsi avanzi di vascelli.

Se non fosse delle grandi oscillazioni che la terra produce di tempo in tempo, in virtù delle quali i terreni sommersi si convertono in terreni emersi e reciprocamente, i depositi sedimentarii, formatisi nei diversi periodi, non avrebbero dei limiti determinati, ma sarebbero continui e passerebbero per gradi quasi insensibili da uno strato ad un altro, essendochè lo sviluppo e la successione degli esseri organizzati furono e sono tuttora sottoposti all'impero di leggi perfettamente regolari. Le grandi oscillazioni terrestri stabilirono i limiti dei depositi formatisi nelle diverse epoche, siccome quelle che facevano cambiare non solo la natura dei sedimenti ma ancora il letto su cui in ciascuna epoca dovevano deporsi, dimodochè la regione che aveva servito di letto ai sedimenti in un'epoca, non tornava a compiere lo stesso ufficio che dopo un tempo più o meno lungo, durante il quale la vita degli esseri organizzati subiva delle sensibili variazioni, ed il sedimento che allora si formava era diverso da quello formatosi molto tempo prima. Intanto in ciascuna grande oscillazione, la natura del letto destinato a ricevere i nuovi sedimenti non cangiava in tutti i luoghi, di qui il perchè certe formazioni, ben distinte in un luogo, non lo sono in altro luogo, di qui il perchè certe formazioni, certi strati ben distinti nel bacino anglo-francese non lo sono in altri siti. Diffatti le recenti scoperte tendono a rendere oscuri i limiti che si sono stabiliti in codesto bacino. Nuovi lavori stabiliscono dei passaggi tra il terreno devoniano ed il carbonifero. Il piano retiano ha colmato una parte delle lacune tra il trias ed il lias. I nuovi depositi cretacei d'acqua dolce scoperti da Matheron aumentano il legame tra il periodo cretaceo ed il periodo terziario. Il terziario recente può appena distinguersi dal quaternario antico. Il piano titonico attenua il valore della separazione tra i piani giuresi recenti ed i piani cretacei antichi. Che che ne sia dei limiti più o meno

distinti delle formazioni sedimentarie, lo studio dei fossili che nei loro successivi strati incontransi, ci dimostra in un modo evidente la verità dei seguenti corollari:

1° La terra nel generare gli esseri organati progredì dal semplice al composto; una legge progressiva ed ascensionale ha presieduto al loro sviluppo sulla superficie del globo. Incominciò a generare esseri semplicissimi consistenti in un sol organo, in una sola cellula che eseguiva confusamente ed in un modo imperfetto diverse funzioni, e generò progressivamente esseri composti di un numero d'organi di più in più grande. A misura che il numero degli organi cresceva negli esseri generati, le funzioni diventavano più numerose, più perfette e più distinte, giacchè, coll'aumento del numero degli organi, le funzioni si dividono, e ciascun organo, non eseguendo più che un piccolo numero di funzioni o soltanto una speciale funzione, perde in numero di funzioni e guadagna in perfezione delle funzioni o della funzione che eseguisce. Avvenne, nel progressivo sviluppo degli esseri organati, lo stesso che nell'umana società. Questa si perfezionò e continua tuttora a perfezionarsi collo scoprire nuove arti, nuove industrie e nuove scienze, col dividere i lavori ed armonizzarli tra loro. Gli esseri poliorganici si perfezionarono con moltiplicare il numero degli organi e delle funzioni e con crescerne di più in più gli accordi ed i rapporti armonici.

2° In ciascuna epoca geologica vennero creati nuovi esseri successivamente più complicati, e scomparvero quelli meno complessi che avevano vissuto nelle epoche precedenti. Gli esseri che vissero sul principio dell'epoca primaria scomparvero nell'epoca secondaria, e furono surrogati da altri esseri più complicati, i quali cessarono a loro turno di vivere nell'epoca terziaria per cedere il loro posto ad altri esseri più armonici e così di seguito.

3° In ciascuna epoca geologica furono create e vissero certe specie caratteristiche, delle quali non esiste traccia nè nelle epoche più antiche nè in quelle più recenti.

4° Le reliquie fossili presentano forme tanto più affini

a quelle degli esseri ancora viventi oggigiorno, quanto meno antichi sono gli strati di terreno, in cui sono sepolte. Non vivono più attualmente gli esseri che hanno vissuto nelle due prime epoche, e quelli che vissero nelle epoche susseguenti hanno un numero di analoghi viventi, tanto più grande, quanto più recente è il terreno in cui si trovano i loro avanzi fossili.

5° Gli esseri marini hanno preceduto gli esseri fluviatili e gli esseri terrestri. I sedimenti i più antichi non contengono diffatti che spoglie d'esseri marini i più semplici. Bisogna quindi che prima dell'èra poliorganica tutte le roccie contenessero del sale marino; che venne poi sciolto dall'acqua di pioggia. Pigliarono allora origine i laghi e le roccie d'acqua dolce, in cui vennero generati e si svilupparono gli esseri fluviatili e terrestri, i quali non comparvero sulla terra che verso la metà del periodo primario. I crostacei furono fra gli animali fluviatili i primi ad essere generati, e fra i terrestri gli insetti e gli uccelli. Fra le piante terrestri le crittogame precedettero le fanerogame gimnosperme, e queste le angiosperme.

6° La quantità di acido carbonico e di ammoniaca dell'atmosfera seguì una progressione decrescente e quella dell'ossigeno una progressione crescente finchè, le quantità dei due primi corpi che si consumano e quelle di ossigeno che si producono nella vegetazione, furono eguali alle quantità di ossigeno consumate e di acido carbonico ed ammoniaca generate nella trasformazione della materia organata in materia minerale.

7° La specie umana venne creata molto tempo prima di quanto si è finquì creduto, e dopo di essa vennero ancora create parecchie altre specie. La facoltà che ha l'uomo di vivere in climi assai diversi, e di resistere più degli altri mammiferi ai cangiamenti delle condizioni climatologiche, depone in favore dell'esistenza dell'uomo fin dall'epoca terziaria, nella quale, la zona temperata della terra aveva una temperatura un poco più elevata che presentemente, ed il clima doveva essere sano ed assai favorevole alla genesi ed allo sviluppo dei mammiferi terrestri. Alcuna delle condi-

rioni climatologiche o terrestri, a noi conosciute, dell'epoca terziaria non ci fa credere all'impossibilità dell'esistenza dell'uomo durante questo periodo (A. Favre). La specie umana debbe quindi essere assai più antica di quanto si è finora, dietro la tradizione ebraica, creduto. Negli Stati Uniti si rinvenne, non è guari (1868), una mascella d'uomo fossile che, secondo i calcoli del dotto naturalista Agassiz, rimonterebbe a diecimila anni fa. Ingegneri francesi perforando pozzi artesiani nel Delta del Nilo vicino a Memfi, scoprirono una statua colossale che fu attribuita a Rampsè o Ramesse II. La trovarono sepolta alla sua base 9 piedi e 4 pollici, mentre che alla profondità di 30, 40 piedi trovarono stoviglie e cocci di vasi di terra: da questo fatto, e dall' essere l' elevazione verticale del piano del Delta, pei depositi sedimentari formati dalle annuali inondazioni del Nilo in media di tre pollici e mezzo per secolo, ne hanno dedotto che la deposizione formatasi sopra le stoviglie ed il vasellame trovato, doveva rappresentare un totale di anni oltre i dodici mila. E siccome quelle stoviglie si trovarono ben lavorate, dinotanti perciò certo grado di coltura, così ne inferirono che l' età dell' uomo era assai maggiore di 12 mila anni. Aggiungasi che le cronologie egiziana, caldea, indiana e chinese e perfino la cronologia americana si accordano colla geologia nel dimostrare l'altissima antichità dell'umana specie.

La ragione universale, nel determinare la materia a generare l'umana forma, seguì le stesse leggi, lo stesso piano, gli stessi modi che ha seguito nel determinare la materia a generare le altre forme poliorganiche viventi, solo, giusta gli eterni decreti di Dio, fece sì che la materia si organasse in una forma viva, intelligente e ragionevole, capace di conoscere il bene ed il male e di perfezionarsi, e libera di seguire la via del bene e della perfezione o quella del male e dell'imperfezione. « *En reportant son apparition sur la terre, dit M. d'Archiac en parlant de l'homme, à une époque beaucoup plus ancienne qui on ne le pensait, on la fait rentrer dans la loi génerale de la succession des êtres dans le temps, puisqu'elle n'est plus isolée, et devient contemporaine*

de l'apparition de nombreuses générations, dont les descendants vivent encore sous nos yeux ». L'essersi trovati i più semplici oggetti d'arte in più terreni antichi assai distanti fra loro tende a dimostrare che la terra abbia direttamente generato più coppie umane, o con altre parole che, come per gli altri esseri poliorganici, vi sieno stati per l'umana specie più centri di creazione. « Noi non conosciamo, dice Guglielmo di Humboldt, in un lavoro sulla diversità delle lingue e dei popoli, nè storicamente, nè per alcune certe tradizioni, un momento in cui l'umana specie non sia stata separata in gruppi di popoli ». La quale cosa si accorda con la pluralità di origine dell'umana specie. Grave difetto dello spirito umano di vedere l'uno dove vi è il molteplice, e di non vedere nel molteplice l'uno. Quando anche la pluralità dei centri di creazione, la maggiore longevità, e le particolari condizioni della primitiva formazione ed esistenza degli uomini venissero in un modo incontestabile dimostrate, non verrebbe per questo menomamente infirmata la spirituale nobiltà della specie umana, e gli alti destini a cui Iddio l'ha chiamata creandola, essendochè gli uomini che incominciarono la catena dell'umana stirpe presentivano e vedevano intuitivamente Iddio e le leggi divine; che in seguito ammaestrati dalla divina Provvidenza impararono a poco a poco col lume della ragione, e per mezzo dell'osservazione e dell'esperienza. La memoria inconsciente della Divinità e delle leggi naturali si trasformò per tale modo progressivamente e continua tuttora a trasformarsi in memoria consciente. Il materialismo non si combatte con negarne i fatti, ma bensì con spiegarli e dimostrare che dessi non sono contrarii alla vera religione cristiana, non con negare che ogni cosa è moto ed armonia di più moti, ma sibbene con far notare che bisogna tenere conto e studiare tutti i moti, tutte le armonie, e perfino la preghiera, la quale consiste in un moto particolare del cuore accompagnato o no da un moto corrispondente dell'organo vocale, imperocchè ogni specie di moto fa nascere nell'etere un'analoga radiazione che esercita un'influenza sul modo d'essere delle cosmiche esistenze, imperocchè gli studi ri-

stretti e parziali, se non sono insieme accordati ed unificati, non servono che agli errori; per vedere bene, per cogliere nel vero e nel giusto, bisogna vedere tutto. Nella tradizione gli uomini debbono raccogliere tutto ciò che è vero e giusto ed eliminare tutte le cose che sono contraddette dal libro della Natura, dalla bibbia scientifica. Sant'Agostino proferì « qualunque cosa possa altri con veri argomenti dimostrare intorno alla natura delle cose, noi dimostreremo che non contraddice alle sacre carte ».

Che la specie umana sia assai antica, che vi siano stati più centri di creazione, che il pensiero, l'anima dell'uomo siano moti particolari nati dall'armonia di altri moti, ciò non è per nulla contrario ai principii della religione cristiana, perchè la dottrina di Mosè può essere stata di tradizione in tradizione alterata; perchè il moto è spirito, la causa del moto risiede in un principio immateriale, e la forma viva dello spirito umano è oltremodo diversa da quella degli altri spiriti, e se la scienza non può provare, non può neppure smentire l'immortalità dell'anima umana ossia che l'io dello spirito umano continui a vivere dopo la morte del corpo: se la scienza ciò dimostrasse, la credenza dell'immortalità dell'anima diverrebbe una verità scientifica, se lo smentisse diverrebbe un errore. Giova intanto di aggiungere che l'alta scienza ci dimostra che il finito dipende dall'infinito, il contingente dall'eterno, il molteplice dall'uno, e che le radiazioni dello spirito umano continuano ad esistere dopo la morte, e ci conduce per mezzo dell'intuito a vedere la religione della grazia ed a credere in Dio, nella creazione, e nell'immortalità dell'anima. Le opere che elevano e nobilitano la specie umana sono da lodarsi, quelle che la abbassano e la degradano da biasimarsi. Meritano quindi lode coloro che col credere ed insegnare la credenza in Dio che premia le anime dei buoni e castiga quelle dei cattivi, rialzano la specie umana nelle angeliche regioni, e biasimo quelli che con negare una tale credenza la abbassano nella regione delle bestie.

È un fatto che il supremo fattore del cosmico progresso e

dell'umano incivilimento fu ed è la religione dell'uno, l'armonica riduzione del moltiplice all'uno. Il mondo progredì quando gli atomi hanno imparato ad individuarsi in molecole chimiche, quando le molecole chimiche hanno imparato ad individuarsi in molecole fisiche, quando le molecole fisiche hanno imparato ad individuarsi in esseri, in sistemi di più in più grandi... Gli uomini progredirono quando impararono ad individuarsi in società di più in più armoniche. L'umana società progredì quando Mosè le insegnò l'*unum cole Deum*, quando Cristo le fece conoscere il modo di *unum colere Deum*, quando i dotti si fecero a cercare l'uno nel moltiplice, ossia ad ordinare e legare insieme il molteplice per formare l'uno, chè riesce più agevole e minore tempo esige l'apprendimento di ciò che è razionalmente ordinato, che quello di una serie indeterminata di fatti non ridotti ad unità, non riferiti ai supremi principii da cui procedono. Ora la scienza ci conferma nella religione dell'uno, e ci dimostra che la dottrina di gravitazione è nell' ordine fisico ciò che la dottrina cristiana è nell' ordine sociale. Il principio cristiano « amate Iddio sopra ogni cosa, ed il prossimo come voi stessi » equivale al principio fisico gravitate, girate ed oscillate, giusta la legge dell'armonia universale soprattutto intorno l'Unità suprema, ed intorno a tutte le unità intermedie come le unità minori gravitano, girano ed oscillano intorno alla vostra unità. Procuriamo, illuminati dal lume della scienza dell'uno, di formare delle società ordinate ed armoniche, e di eliminare da esse tutte le disarmonie, e segnatamente la povertà, facendo sì che l'imposta non sia il semplice prezzo della guarentigia delle cose, ma bensì il prezzo della guarentigia e dell'equilibrio delle cose, facendo sì... E ciò valga per una semplice digressione.

Nella Natura tutto cangia perchè tutto vive, la materia perpetuamente si trasforma e si sviluppa, essa non ha vita che per un cangiare continuo di forma e di movimento interno. Gli infiniti esseri viventi che la materia forma, sono tra loro subordinati, ciascuno a tutti, e tutti a ciascuno; è un gran sistema di solidarietà, d'ordine e di armonia uni-

versale. Gli esseri terrestri cangiarono per lo passato, cangiano presentemente e cangieranno per l'avvenire come fu, è e sarà prescritto dal tutto, dalla ragione universale. L'uomo è spettatore di un continuo cangiamento della terra di cui fa parte. L'aria, l'acqua, il ghiaccio cangiano incessantemente di posizione e seco trasportano sostanze diverse. L'aria, quando si muove con una certa velocità, trasporta a grandi distanze i terreni disaggregati. Le sabbie infuocate dei deserti dell'Africa e dell'Arabia, con gravissimo incomodo di chi li attraversa, vengono continuamente smosse, sollevate, recate a notevoli distanze, e poi depositate sotto forma di monticelli, che un nuovo colpo di vento a sua volta distrugge o trascina altrove. Le sabbie, che le onde accumulano sulle spiaggie marine in forma di collinette a scaglioni dette *dune*, sono talvolta spinte dai venti sì innanzi nei continenti, da togliere all'agricoltura vasti tratti di terreno. La vita degli esseri poliorganici di continuo si modifica e varia. Qua v'hanno esseri che sorgono alla vita, crescono e si sviluppano, là vi hanno esseri che volgono alla morte: qua vi hanno esseri poliorganici morti che bruciano oppure che si putrefanno e si trasformano poco a poco in materia minerale, là vi ha della materia minerale che si organizza e si converte in esseri poliorganici. Le condizioni d'esistenza dei minerali che formano la crosta della terra per le variazioni di temperatura e per il moto dell'aria e dell'acqua cangiano di continuo e determinano i minerali che esistono a trasformarsi in altri minerali. I metalli s'ossidano, i solfuri si convertono fissando dell'ossigeno in solfati; la superficie delle roccie è intaccata dal vapore acqueo e dall'acido carbonico, i graniti, i basalti, i calcari i più compatti ed ogni specie di roccie a lungo andare si alterano per l'azione dell'aria, più o meno profondamente, passano ad uno stato di aggregazione meno forte, ed alla perfine si disgregano compiutamente e si convertono in ghiaia, sabbia o terriccio a seconda della natura della roccia.... Oggi la terra non è più come era ieri. Ieri i fiumi hanno rapito alle montagne e trascinato al mare delle enormi quantità di materiali solidi: ieri nacquero e morirono molti

esseri poliorganici: ieri ebbero luogo molte trasformazioni chimiche e fisiche...

Quale è l'età della terra? Quale è il tempo trascorso dacchè la terra incominciò a divenire sino adesso? Il geologo Elia di Beaumont, paragonando lo spessore dei sedimenti fangosi che il Nilo trasporta ciascun anno nel mare con l'enorme spessore dei depositi fluviatili che le acque produssero nei varii periodi geologici, provò col calcolo che per la cumulazione loro non necessitossi meno di 7,600,000 anni. La formazione dei depositi fluviatili principiò col periodo poliorganico: questo periodo durò quindi più di 7 milioni di anni. Altri dati vengono a confermare la grande longevità del detto periodo. Nell'Alemagna vi sono banchi delle formazioni giurassica e cretacea eccedenti otto metri di spessore, i quali sono unicamente composti di *rizopodi*, cioè di una divisione degli infusorii, di cui abbisognano quattordici miliardi per formare due centimetri cubi di volume; non è egli prodigiosa la quantità di questi esseri ed il tempo che trascorse per la loro cumulazione? I più possenti banchi di corallo del mar Rosso, località favorita per tal genere di produzione, non superano annualmente lo spessore di un millimetro e mezzo, onde il più accurato naturalista che esplori questo mare, non dubita di asserire che le masse madreporiche di esso sono le medesime che già erano ai tempi di Faraone. Risulta quindi che i molti e possenti banchi di corallo che trovansi nei diversi terreni, sono altra prova dell'immenso cumulo d'anni che furono necessari per la loro formazione. Boucherpon, tenuto conto di tutte le circostanze che hanno relazione e concomitano i sedimenti delle conchiglie non microscopiche, per lo spazio di un secolo, calcolò che per loro mezzo il fondo del mare in cui si immergono, non può essere cresciuto più di cinque centimetri di calcare compatto, onde per averne un metro di spessore vi abbisognano due mila anni. Ciò posto, essendovi dodici di questi sedimenti di calcare compatto così formato, ed eccedendo i cinquecento metri di spessore, il tempo che si richiedette per la loro cumulazione non potè essere minore

di 7 milioni d'anni. La longevità del periodo poliorganico è ancora provata dal grado di corrosione delle roccie granitiche, dallo spessore degli strati di guano e degli strati carboniferi.

La durata dell'epoca bruta fu molto più grande di quella del periodo poliorganico. Poisson, supposto che la terra quando si trovava allo stato di fusione avesse una temperatura uniforme di 3000 gradi, la qual cosa è per nulla esagerata, giacchè vi sono dei minerali che richiedono delle temperature ancora maggiori per fondersi, e tenuto conto della massa della terra e delle leggi di raffreddamento, trovò col calcolo che vi abbisognò un milione di secoli perchè la terra passasse da quella temperatura a quella che ha attualmente. Deducendo da quest'enorme durata, quella del periodo poliorganico che sarebbe di 7,600,000 anni, il resto 92,400,000 rappresenterebbe una parte del periodo bruto. La durata della terra anteriore allo stato di fusione da cui Poisson è partito, debbe essere maggiore di quella posteriore a codesto stato, e la somma di queste due enormi durate è un istante infinitamente piccolo in paragone dell'eternità. Oh eternità! eternità! in te non nascono e durano che le cose ordinate ed armoniche.

Gli altri astri avendo una composizione e una forma analoghe a quelle della terra, ed essendo come questa animati di moto di rotazione, nutazione, precessione e rivoluzione nacquero e si svilupparono come la terra, dimodochè la loro storia può essere tracciata su quella del nostro pianeta. « È proprio del progressivo andamento di tutte le discipline che ciò che rimane lunga pezza isolato, si vada congiungendo a poco a poco e coordinando alle leggi più generali. Io non indico qui che la via empirica nella quale io e molti del mio medesimo sentire siamo entrati, pure aspettando che venga un giorno in cui, come già, per sentenza di Platone, Socrate chiedeva, si interpreti la natura a tenore della sola ragione (Humboldt) ». Intanto siccome la vita poliorganica della terra è un effetto dipendente da moltissime condizioni e specialmente dalla grande mobilità dell'acqua, dell'ammo-

niaca, dell'anidride carbonica e dalla grande attività dell'ossigeno, così la vita poliorganica non ha potuto comparire che in quelli astri che offrivano le molteplici condizioni necessarie a farla nascere. È dunque assai probabile che fra il numero indefinito d'astri viventi nello spazio eterno ve ne siano di quelli popolati di esseri vegetabili ed animali simili a quelli che vivono od hanno vissuto sulla terra.

CAPITOLO II.

Dei sistemi stellari in generale ed in particolare del nostro sistema solare.

Gli astri sono, per la massima parte, individuati in sistemi di più in più grandi. Il nostro sistema solare è un grande individuo che ha per centro massimo, per io, il sole. Esso si compone, oltre il sole, di tre specie di astri cioè di satelliti, di pianeti e di comete. I satelliti gravitano e girano... intorno ai pianeti; i pianeti e le comete gravitano e girano... direttamente intorno al sole. Il sole è un grande astro in istato di combustione e d'incandescenza, di forma sferica, 1,400,000 volte più grande della terra. Sul disco solare si vedono delle macchie scure, le quali si muovono da oriente ad occidente. Ciascuna macchia impiega circa quattordici giorni per portarsi dall'orlo orientale del disco solare all'orlo occidentale: scorso questo tempo la macchia sparisce: passati altri quattordici giorni si rivede di nuovo all'orlo orientale del disco, e se questa osservazione continuasi per molto tempo, si vede ciascuna macchia proseguire il suo traslocamento nel modo preciso della prima osservazione. Vicino al lembo orientale, la macchia si muove lentamente, ella aumenta indi di

velocità a misura che si avvicina al centro, ove la sua velocità è massima, e va diminuendo a misura che procede verso il lembo occidentale, quivi il moto è appena sensibile. E dev'essere così, perchè nel centro le macchie si presentano perpendicolarmente all'occhio dell'osservatore, nel mentre che presso i lembi si presentano in una direzione obliqua, il che ne impedisce di seguire l'uniformità del moto. Il modo di comportarsi delle macchie solari ci mostra in una maniera incontestabile che il sole è animato da un moto di rotazione intorno al suo asse (Arago). Se il sole gira sopra di se medesimo, apparendoci sempre sotto la forma di un disco esattamente circolare, la sua superficie debbe essere sferica.

Guardando per un certo tempo le macchie del sole, si riconosce che scorsi 27 giorni e 3 ore, ogni macchia riprende la sua pristina posizione. Questa durata di 27 giorni e 3 ore sarebbe quella impiegata dal sole per compiere un giro intiero sopra di se medesimo, se la terra ed il sole rimanessero sempre allo stesso sito, ma siccome durante questo tempo la terra si è avanzata di circa 27 gradi nella sua orbita, questo moto obbliga la macchia a percorrere ancora un piccolo arco, sino a che sia giunta alla sua primitiva posizione. La durata di questo tempo è di circa due giorni. Laugier, combinando i risultati di numerose osservazioni eseguite sopra un grande numero di macchie, trovò che la durata della rotazione del sole era di 25 giorni e 3 ore. In pari tempo determinò la direzione dell'asse, intorno al quale avviene questa rotazione, e riconobbe che desso formava un angolo di 7°, 31', 2" colla perpendicolare al piano dell'eclittica. Le osservazioni di diversi astronomi concordano nel dimostrare che le macchie eseguiscono delle oscillazioni pendolari in latitudine; il periodo di queste oscillazioni varia con la latitudine, e sembra toccare un massimo di 150 a 160 giorni verso il 14° grado: al di là dei 15 gradi si riduce quasi della metà. Le macchie hanno in longitudine un moto di oscillazione corrispondente del medesimo periodo, e la combinazione geometrica di questi movimenti si opera come se la macchia descriva nel verso della rotazione un'elisse

intorno alla sua porzione media, il cui grande asse è diretto da un polo all'altrò (Faye).

Nelle macchie solari si distingue una parte interna nera chiamata *nucleo*, intorno al quale, quando ha delle grandi dimensioni, esiste quasi sempre una larga zona di una tinta meno oscura, che porta il nome di *penombra*. Le macchie non si producono su tutta la superficie del sole, ma veggonsi soltanto entro una zona, la quale, come la zona torrida della terra, estendesi da entrambe le parti dell'equatore del sole fino ad una distanza di circa 30 gradi. Le macchie solari non sono permanenti, ma dopo un certo tempo scompaiono, e se ne formano delle nuove. È raro che una macchia resista più di sette settimane senza scomparire. Le macchie prendono talvolta delle dimensioni considerevoli: se ne sono osservate alcune la cui larghezza eguaglia quattro o cinque volte il diametro della terra. In generale, intorno alle macchie esistono spazi più luminosi del rimanente, i quali chiamansi *facule*.

Il sole, a partire dall'esterno andando verso l'interno, si compone: 1° di uno strato gasoso assai raro che fornisce nelle eclissi la riga 1474 ed alcune altre, e forma parte principale della corona; 2° di uno strato splendente detto *cromosfera*; 3° di uno strato ove trovansi vapori metallici diversi: questi tre strati costituiscono ciò che chiamasi atmosfera solare; 4° di uno strato eminentemente luminoso detto fotosfera; 5° di un nucleo interno probabilmente oscuro; imperocchè gli atomi che lo formano, stante l'enorme pressione a cui sono sottoposti, debbono essere animati di una tale velocità vibratoria e di rotazione da non potere individuarsi in molecole: essi debbono quindi essere sciolti e disuniti, e collocati a distanze tanto più piccole quanto più sono prossimi al centro. Non essendo individuati in molecole chimiche non possono per conseguenza vibrare luminosamente. Gli atomi che formano la fotosfera debbono essere semplicemente individuati in molecole chimiche, le quali aggregate insieme generano dei corpi polverulenti particolari diversi dai terrestri. La fotosfera sarebbe per conseguenza sorgente di luce

e non di calore. Gli atomi che formano gli altri strati sono individuati in molecole chimiche e fisiche, essi sono quindi sorgenti di radiazioni atomiche, luminose e calorifiche. Il maggiore calore debbe essere irradiato dallo strato più prossimo alla fotosfera. Nei vapori di questo strato debbono nuotare particelle liquide e solide incandescenti: in esso esistono e nascono continuamente delle vibrazioni calorigene animate di straordinaria velocità, stante la straordinaria condensazione delle molecole fisiche che contiene e di quelle che incessantemente nascono. Questo strato, per la sua enorme temperatura, si potrebbe chiamare *termosfera*. Il fatto, che le regioni delle macchie solari irraggiano più calore di quelle luminose, depone in favore di quanto vengo di esporre.

Mediante l'analisi spettrale si è riconosciuto: 1° che lo strato più esterno del sole consiste in gaz idrogeno mescolato con un altro gaz più leggiero e con un poco di vapore acqueo; 2° che la cromosfera consiste principalmente in idrogeno e nella sostanza che produce la riga D3. 3° Che gli altri strati contengono specie atomiche (ferro, magnesio, zinco, rame, cobalto, cromo, sodio, silicio, carbonio...) per la massima parte simili a quelle che formano la parte solida della terra. Si ammetteva con Kirchoff che le righe oscure dello spettro solare fossero dovute ai corpi aeriformi dell'atmosfera solare che assorbivano certe radiazioni della fotosfera. Ora, Ianssen ed altri osservatori avendo riconosciuto che lo spettro d'assorbimento non varia col variare dello spessore dell'atmosfera attraversata dai raggi, cioè che è lo stesso al centro e sopra i bordi del disco solare, si ammette dalla più parte degli astronomi che l'emissione delle radiazioni luminose e l'assorbimento di alcune di esse, hanno luogo sopra la stessa fotosfera, ed una tale opinione è confermata dalle recenti sperienze di Cornu, il quale ha dimostrato che uno spessore estremamente sottile di vapori, può produrre il rovesciamento delle righe, ed ottenne il rovesciamento delle righe dei metalli sodio, tallio, piombo, argento, aluminio, magnesio, cadmio, zinco e rame, collocandoli tra i due poli di una lampada elettrica, avvicinandone, dopo averli alquanto

allontanati, a poco a poco i carboni. Giova però aggiungere che il R. P. Secchi avrebbe trovata una differenza tra la luce emessa dai bordi del sole e quella emessa dal centro, lo che tenderebbe a dimostrare che lo spessore dell'atmosfera esercita un'influenza sulla natura dello spettro.

La materia solare, oltre i moti proprii degli individui che informa, è ancora animata di altri particolari movimenti. Quella dell'atmosfera si muove circolarmente in varie direzioni producendo delle correnti simili ai nostri venti, ma assai più rapide. La cromosfera, giusta le recenti osservazioni dell'illustre astronomo Secchi, ora presenta l'aspetto di uno strato nettamente terminato, come sarebbe la superficie libera di un liquido: ordinariamente è fornita di piccoli filamenti simili a peli brillanti, diretti nello stesso senso, più o meno inclinati. Questa struttura si osserva soprattutto tra le latitudini medie ed i poli. Alcune volte, soprattutto nelle regioni delle facule, la superficie è sfumata; d'ordinario la cromosfera è terminata irregolarmente e munita di piccoli appendici coniche irregolari, o di piccoli filamenti diretti in tutti i sensi.

Le protuberanze che sorgono dalla cromosfera vengono dal prelodato astronomo divise in tre specie principali: « in forma d'*ammassi*, di *getti* e di *pennacchi*. Gli ammassi sono ora delle elevazioni in forma di monticelli assai brillanti; ora delle agglomerazioni leggiere simili ai cumuli del nostro cielo. Una terza specie d'ammassi è composta di masse nebulose, assai leggere e diffuse, situate alla sommità di grandi protuberanze, là ove la soluzione dei pennacchi produce delle deboli luminosità e dei leggieri veli cirriformi. I *getti* consistono in fiamme vive e brillanti che trovansi soprattutto in vicinanza delle macchie e nella corona brillante delle facule che le circonda. I getti presentano, come le fiamme, delle forme varie che talvolta sono veramente magnifiche. Alcuni getti rappresentano la sommità di eleganti palme, con le loro graziose curve di rami; altri somigliano a dei covoni... L'intensità luminosa dei getti è sempre assai grande, ed il fondo stesso è più luminoso che il resto del contorno solare. I pen-

nacchi offrono alcuni caratteri comuni con i getti, da cui differiscono: 1° per una minore intensità luminosa; 2° per una più grande persistenza in durata; 3° per la terminazione alla parte superiore, la quale sovente si risolve in nuvole; 4° per la diffusione e l'altezza enormemente più grande; 5° per l'insieme assai voluminoso che formano; 6° infine per la situazione, presentandosi indifferentemente sopra tutte le parti del margine, mentrechè i getti si incontrano solamente presso le macchie e nella loro regione. Nei getti una parte della fotosfera sembra sollevata, dovecchè nei pennacchi, la sola parte affetta è la cromosfera; lo spettro dei getti presenta, oltre le righe dell'idrogeno, quelle che indicano la presenza di molte altre sostanze; lo spettro dei pennacchi non presenta che le righe dell' idrogeno con la riga D3. Non si può tuttavia stabilire in principio, che tutti questi getti offrano un orificio di emissione in uno strato fluido da cui prorompe il gaz, perchè i pennacchi si producono nelle masse sospese nell'atmosfera libera, lungi dalla cromosfera, là dove non si può ammettere un tale strato.

La persistenza dei pennacchi è assai rimarchevole paragonata a quella dei covoni. Malgrado la loro grande mobilità, si può trovarli due o tre giorni al medesimo posto: ai poli, la persistenza dura anche di più, mentrechè i covoni i più belli non durano che alcuni minuti, raramente delle ore. Locchè ci conferma nell'opinione, che i covoni sono dovuti ad una vera e profonda eruzione. La presenza dei getti e dei covoni è il miglior segno dell'imminente apparizione di una macchia. Circa alla connessione tra le protuberanze e le facule si può stabilire quanto segue: *le facule accompagnano invariabilmente i getti, qualunque sia la loro forma, ma i pennacchi ne sono spesso indipendenti, sovrattutto se sono piccoli.* Una particolarità, degna di nota, si è la debolezza della loro luce presso i poli, e la direzione perpendicolare al bordo dei filamenti: indizii di un' attività minore e di una più debole forza di trasporto. Le protuberanze, quanto al loro numero ed alla loro grandezza, sono in rapporto con l'attività solare che si manifesta dalle macchie: in

questo momento, noi arriviamo ad un minimo di macchie, e le protuberanze sono anche poco numerose e poco estese. Le dimensioni delle protuberanze sono assai variabili. Le massime che il P. Secchi abbia vedute in codesto periodo di tempo non eccedono 4 minuti e mezzo; se ne può conchiudere che il mezzo in cui queste masse nuotano, debbe avere almeno da 5 a 6 minuti: egli è l'altezza che le osservazioni degli ecclissi assegnano alla parte la più viva della corona. I getti sono, in generale, più bassi: almeno la loro parte la più brillante non elevasi al disopra di 1 a 3 minuti.

Il P. Secchi comprende sotto il nome di *nuvole* tutte le masse sospese che nuotano isolate al disopra della cromosfera. Alcune sono prodotte dalla disorganata diffusione dei pennacchi; altre sembrano essere la stessa continuazione dei pennacchi, che hanno cessato di essere alimentati dalla parte inferiore della cromosfera, e trovansi così isolate e volanti nell'atmosfera superiore. In queste masse isolate, manifestasi sovente un fenomeno assai curioso, consistente in che una massa brillante appare sparsa in filetti curvilinei, sparpagliati in tutte le direzioni possibili. Questa struttura, non rara, è assai singolare. Questa forma prova che i pennacchi possono formarsi in mezzo della massa atmosferica, senza un orificio di emissione propriamente detto, da cui scaturisce la massa gasosa. Questo è un punto che offre molto interesse per la teoria della formazione di queste protuberanze. Il signor Tacchini di Palermo ha anche fatto quest'osservazione, ed ha anche osservato dei filetti discendenti che somigliavano ad una pioggia.

Le masse filamentose dei pennacchi non somigliano per nulla alle nostre nuvole ordinarie di condensazione dei vapori. La sola forma che vi si avvicina è quella di certi cirri leggieri, che sono trascinati nella nostra atmosfera da violente correnti.

Il sole ha una temperatura oltremodo elevata: la quale debbe crescere dalla periferia sino allo strato inferiore della termosfera. Il fisico Vicaire, da un calcolo fondato sopra le radiazioni calorifiche, ne ha conchiuso che la temperatura

dello strato esterno del sole doveva essere di circa 3000 gradi, ed a questa conclusione si avvicinarono gli scienziati Faye, E. Becquerel, Fizeau e H. Deville. Ma nelle parti interne la temperatura del sole debbe essere immensamente più elevata, e forse di due e più milioni di gradi, come hanno ammesso gli scienziati Secchi, Ericsson..... Il modo d'essere del sole, la sua enorme ed invariabile temperatura, non si possono spiegare senza ammettere in esso una grande attività chimica e fisica. Il calorico e la luce che il sole continuamente irraggia nello spazio, sono dovuti a che la materia da cui è formato trovasi in uno stato di contrazione chimica e fisica per cui genera dei corpi, dei composti di più in più densi, e soprattutto agli atomi liberi e sciolti che si elevano dal basso in alto, ove si individuano in molecole, o con altre parole, ove si accendono e bruciano sviluppando delle enormi quantità di luce e di calore. Fra le protuberanze, alcune sono prodotte dall'eruzione della materia atomica dall'interno all'esterno, altre da rapide evaporazioni, o trasformazioni di grandi masse di composti esplosivi, altre infine da un moto ondulatorio della cromosfera e dell'atmosfera. I composti che formansi nelle regioni polari del sole, venendo trasportati nelle regioni equatoriali, ove la temperatura è più elevata, si dissociano, e nel dissociarsi imprimono alla materia un moto vorticoso diretto dall'alto in basso, il quale rompe la fotosfera e discende giù giù nella medesima producendo delle macchie oscure. Una tale costituzione delle macchie solari trovasi d'accordo coll'analisi spettrale e con le osservazioni telescopiche e concilia la teoria che considera le macchie come delle cavità con quella che le fa consistere in nubi sospese al di sopra della fotosfera. « Nell'interno delle macchie, lo spettro subisce degli assorbimenti speciali più forti per il calcio che per il ferro; il magnesio non cangia notevolmente; il sodio diviene nebbioso, e tutte queste mutazioni sono più sensibili nei gruppi nebulosi di Kirchhoff. (Secchi) ». Le facule manifestansi nei luoghi in cui prendono origine dei composti che cagionano delle notevoli contrazioni chimiche.

Le vibrazioni luminose e le calorigene essendo fra loro diverse ed indipendenti, ne consegue che possono variare nello stesso senso oppure in senso opposto. Molto probabilmente la materia del sole nei luoghi delle macchie subisce una dissociazione e quindi un' espansione chimica, ed una contrazione ed associazione fisica, per cui le vibrazioni luminose perdono e le calorigene guadagnano in velocità; mentre nei luoghi delle facule debbe subire una contrazione chimica ed un'espansione fisica, imperocchè le macchie oscure emanano molto calore.

Il sole continuerà ad essere una grande sorgente di luce e di calore finchè dalle sue parti interne sorgeranno delle materie che alimentano il fuoco delle parti esterne, e finchè i composti che esistono verranno trasformati in altri composti di più in più condensati. Ciò che alimenta sovrattutto la combustione del sole e mantiene costante le sue radiazioni, ciò che ripara le sue continue perdite non è della materia venuta dal di fuori, come hanno supposto Newton colle sue comete, Meyer con i suoi areoliti, e W. Thompson con la sua ingegnosa spirale di materia cosmica, ma bensì della materia che viene dall'interno all'esterno, e dalla sua individuazione e progressiva condensazione. Ciò non toglie tuttavia che, come sulla terra, così pure sul sole cadano aggregati di materia, i quali sviluppano nella loro caduta luce e calore.

L'esistenza nel sole di grandi eruzioni di materia dall'interno all'esterno è dimostrata dalle osservazioni del P. Secchi, e dal fatto che la velocità angolare della rotazione superficiale, in luogo di essere costante, va diminuendo dall'equatore ai poli, e la diminuzione è sensibilmente proporzionale al quadrato del seno della latitudine. Una simile rotazione, osserva saggiamente l'illustre astronomo Faye, debbe dipendere da correnti ascendenti, partite da grandi profondità e in tutte le direzioni, le quali vengono continuamente a rallentare la velocità superficiale. Nel sole, secondo il prefato astronomo, non esisterebbero solo delle correnti ascendenti ma ancora delle correnti discendenti: le prime correnti condu-

cono superiormente nelle regioni poco calde dei vapori, i quali, per la diminuzione di temperatura si condensano e cadono per ridursi di nuovo in vapori dalla temperatura elevata dei sotto giacenti strati. Aggiungasi che nell'interno del sole può ancora trovarsi della materia primordiale, la quale si condensa in materia atomica e si rarefà in materia eterea nell'atto che si reca nelle parti esterne, e per una tale condensazione e rarefazione nascerebbe una quantità immensa di forza viva e di etere. Inoltre, mentre nella terra le specie atomiche non si trasformano in altre specie atomiche, una tale trasformazione potrebbe avere luogo nel sole, ed in ciò si avrebbe un'altra sorgente di forza viva, di velocità. La materia che dall'interno si porta all'esterno debbe venire surrogata in parte da un abbassamento della fotosfera ed in parte dalle correnti vorticose discendenti che producono le macchie. Herschel, Arago ed altri astronomi furono, d'accordo con quanto vengo di dichiarare, dai loro studi sulle macchie solari, indotti ad ammettere che la massa interna del sole doveva essere fredda ed oscura.

Il sole emette tutto all'intorno, non solo delle radiazioni luminose e calorifiche, ma ancora delle radiazioni elettriche e magnetiche. Le macchie solari debbono emettere delle quantità notevoli di radiazioni elettriche e magnetiche, essendochè si sarebbe riconosciuto che, al massimo di macchie nel sole, corrisponde nella terra il massimo di intensità magnetica e di aurore boreali. Giova aggiungere che le aurore boreali o meglio polari, perchè giusta le osservazioni di Delarive e di altri autori, hanno contemporaneamente luogo ai due poli australe e boreale, dipendono da un estricamento di flusso elettrico dai poli della terra, cagionato da uno squilibrio del moto di precessione e di nutazione dell'asse terrestre, squilibrio che può essere determinato non solo dalle radiazioni solari ma ancora dalle stelle cadenti, dai pianeti, dai venti terrestri e da altre circostanze. Il maresciallo Vaillant ammette che le aurore polari siano l'effetto della riflessione, che ha luogo nella superficie dello strato atmosferico superiore, della luce elettrica che scaturisce dai poli solidi

della terra, di qui il perchè le aurore polari si vedono nelle alte regioni dell'atmosfera.

Il sole con tutto il corteggio dei suoi pianeti si sposta nel cielo e si muove verso la costellazione d'Ercole, seguendo una curva che avrebbe per centro un punto situato vicino alla costellazione delle pleiadi. Questo centro maggiore, attorno a cui il nostro sistema solare gravita, gira ed oscilla, si troverebbe, giusta le osservazioni ed i calcoli di un astronomo Americano, nella costellazione del Licorno. Il sole oltre il moto di rotazione intorno se stesso, e di rivoluzione intorno ad un altro maggior sole, è ancora animato, come la terra, di un moto di precessione e di nutazione, imperocchè il suo asse di rotazione è inclinato sulla perpendicolare all'eclittica.

Il pianeta il più prossimo al sole è *Mercurio:* la sua distanza media è di 15 milioni di leghe (lunghezza di 2000 tese, il cui esatto valore in metri è di 3898). È un pianeta assai piccolo: il suo volume è circa 1/10 di quello della terra: è raramente visibile ad occhio nudo: si vede alcune volte dopo l'occaso o avanti l'orto del sole. Mercurio è involto in un'atmosfera nuvolosa molto densa. Compie un giro intiero sul proprio asse in 24 ore e 4 o 5 minuti, muovendosi da occidente in oriente. Mette 87 giorni, 23 ore, 24', 44" a percorrere la sua orbita con una velocità di 44,010 leghe per ora. L'orbita di Mercurio è una ellisse molto eccentrica facente col piano dell'eclittica un angolo di circa 7°.

Alla distanza media di 27,618,600 leghe dal sole trovasi Venere, pianeta il più lucente ed in apparenza il più grande di tutti. Il volume di Venere è 0,957 del volume della terra. La sua superficie solida è irta di alte montagne di cui alcune eccedono l'altezza di 40,000 metri ed è circondata da un'altissima atmosfera, la cui presenza è resa sensibile da un fenomeno crepuscolare analogo a quello che si produce sulla terra, e la cui costituzione fisica si può giudicare simile a quella della terra. Venere, al par di Mercurio, è quasi sempre coperta di nubi: compie la sua rivoluzione intorno al sole in 225 giorni, 16 ore e 51 minuti: le sue gior-

nate sono di 23 ore, 21 minuti e 7 secondi. Non è visibile se non poche ore dopo l'occaso, o avanti l'orto del sole, prova evidente che la sua orbita è tra la terra ed il sole. Presenta la stessa varietà di splendore della luna. Allorchè è visibile la mattina, ha le sue corna rivolte all'ovest, se la sera all'est.

Quando passa tra il sole e la terra in modo da proiettarsi sul disco del sole, mostrasi sotto la forma di una macchia nera circolare. Le stagioni di Venere sono molto più pronunciate che sulla terra, perchè l'angolo che corrisponde all'obliquità dell'eclittica è di 75° gradi invece di 27 1/2. L'analogia fra Venere e la Terra, rende probabile l'opinione che sia popolata di analoghi esseri vegetabili ed animali.

Alla distanza media di 28,230,000 leghe dal sole trovasi il globo terracqueo da noi abitato. La rotondità della terra è stata abbondantemente dimostrata, per mezzo di viaggi circolari, per mezzo delle osservazioni astronomiche, e tra le altre per la forma circolare proiettata dalla terra sul disco lunare quando era eclissato. I monti i più elevati non tolgono punto alla terra la sua figura sferoidale, e la sua superficie può essere comparativamente riguardata come immensamente più liscia della scorza di una melarancia.

Che la terra sia un globo schiacciato ai poli, si dimostra per mezzo della misura di diversi gradi terrestri e col pendolo. Se la terra è una sfera esatta, la lunghezza di un grado dell'arco del meridiano e la gravità, sarebbero le stesse in ogni luogo: ma se è uno sferoide, la gravità e la lunghezza dei gradi cresceranno, come realmente crescono col crescere delle latitudini, poichè quanto più un grado è lungo, tanto maggiore debbe essere il circolo di cui è parte; e quanto maggiore è il circolo tanto minore è la sua curvatura. Dunque la terra è uno sferoide schiacciato ai poli.

La terra gira intorno al suo asse da occidente in oriente e compie un giro intiero in 23 ore, 56 minuti e 4 secondi. Questo moto è cagione del giorno e della notte. In un tempo si credeva che la terra fosse ferma, e la sfera celeste vi girasse intorno, ma la ragione ed i fatti hanno dimostrato che

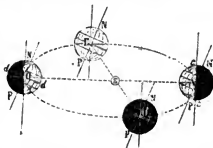
è la terra che gira, e che l'apparente rivoluzione della sfera celeste non è altro che un'illusione cagionata dal moto della terra. Si ha una prova matematica della rotazione della terra nell'oscillazione del pendolo, nella deviazione verso oriente di un corpo che cade dall'alto, nella trasmissione della luce... Se la terra non fosse animata di moto rotatorio, il pendolo non dovrebbe mai sortire dal piano, nel quale per la prima volta cominciò ad oscillare. Ma se la terra gira, questo piano debbe anche girare, come realmente gira, da occidente in oriente passando per tutti i gradi dell'orizzonte. Se la terra fosse immobile, un corpo cadendo dalla cima di una torre debbe seguire la direzione del filo a piombo, ma se si muove da occidente in oriente, in allora il corpo debbe deviare come realmente devia verso oriente, perchè di due corpi che descrivono nello stesso tempo due circonferenze inegualmente distanti dall' asse di rotazione, quello che percorre la più lontana, debbe muoversi con maggiore velocità; la cima della torre, descrivendo una curva più grande del suo piede, poichè è più discosta dall'asse di rotazione, avrà un moto più rapido, e comunicherà questo moto al corpo che si fa cadere giù, il quale non seguirà la direzione del filo a piombo, ma devierà alquanto verso oriente. La luce impiega un certo tempo a percorrere un dato spazio. Se la terra è immobile, non si vedono gli astri nell'istante in cui giungono a toccare l'orizzonte o pure il meridiano, ma soltanto dopo il tempo necessario ai raggi luminosi che essi tramandano per giungere sino a noi. Se per l' opposto la terra gira, si devono vedere gli astri nel medesimo istante del loro giungere all'orizzonte o al meridiano; perchè, per l'effetto del moto di rotazione, l'occhio verrà di per se stesso a porsi sulla linea dei raggi vibrati dagli astri da più o meno lungo tempo, e giungerà in quel momento al punto dello spazio che è traversato dal nostro orizzonte o dal meridiano. Ora noi vediamo gli astri al punto del loro arrivo, bisogna dunque che la terra giri intorno a se stessa.

La terra in un anno ossia in 365 e 1/4 compie una rivoluzione intiera intorno al sole, andando da occidente verso

oriente, per il quale moto annuo della terra, il sole sembra muoversi da oriente verso occidente intorno la terra. Se si osserva in ciascun giorno il sole, si riconosce che in ogni 24 ore si avanza di circa 1° verso occidente, perchè la terra si avanza di un'eguale quantità verso oriente. Chiamasi *ascensione retta* questo moto apparente del sole. L'*aberrazione* delle stelle, ossia la deviazione che la velocità della terra fa in apparenza provare ai raggi luminosi emanati da una stella, la stazione e retrogradazione dei pianeti, ed altri fatti e ragioni dimostrano in un modo evidente che la terra gira intorno al sole. Il sole è 1,400,000 volte più grande della terra. Se uno di questi corpi si muove intorno all'altro, è molto più verosimile che sia la terra anzichè il sole, poichè è contrario alle leggi meccaniche che governano il creato il supporre altrimenti.

Si è chiamato *eclittica* il grande circolo nel piano del quale la terra compie l'annuo suo giro intorno al sole, perchè non vi possono essere eclissi se non quando il sole e la luna si trovano nel suo piano. Il piano dell'eclittica non coincide col piano dell'equatore terrestre, ma forma con questo un angolo di 23°, 27′ o con altre parole l'asse della terra forma un angolo di 23°, 27′ colla perpendicolare al piano dell'eclittica. Mentre la terra si muove intorno al sole, il suo asse di rotazione si trasloca rimanendo sempre parallelo a se stesso, perchè conserva in tutto il corso dell'anno la stessa posizione rispetto alle stelle. Se l' asse della terra è inclinato di 23°, 27′ sulla perpendicolare al piano dell'eclittica, se la terra girando intorno al sole mantiene il suo asse di rotazione sempre parallelo a se stesso, ne consegue, per ragioni geometriche facili a concepirsi, che nell' annua rivoluzione della terra intorno al sole, ora l'asse della terra forma un angolo retto colla linea che la congiunge al sole, ed i suoi due poli sono egualmente inclinati verso quest' astro, ora forma colla stessa linea un angolo obliquo, ed un polo è alternativamente ora più ora meno inclinato verso il sole dell'altro polo. Nelle varie posizioni che la terra prende rispetto al sole girando intorno quest'astro, risiede la causa della

declinazione del sole e delle diverse stagioni. Quando l'asse della terra forma un angolo retto colla linea che la congiunge al sole, quest'astro non declina nè verso il nord, nè verso il sud; quando forma un angolo obliquo, il sole declina verso il nord o verso il sud, secondochè è il primo od il secondo polo che forma l'angolo acuto, o con altre parole che è più inclinato verso il sole. Chiamasi *declinazione* di un astro la sua perpendicolare distanza dall'equatore verso il polo nord o sud: nel primo caso la declinazione dicesi *boreale* ed *australe* nel secondo. Il sole non può passare dal nord al sud dell'equatore senza trovarsi una volta necessariamente nel suo piano. Questo punto d'intersezione, in cui il sole non declina nè verso nord nè verso sud, chiamasi *equinozio*. Vi sono quindi due equinozi, cioè l'equinozio di autunno quando l'astro cammina dal nord al sud, e l'equinozio di primavera quando cammina in senso opposto. Nel tempo in cui il sole è giunto alla sua maggiore declinazione 23°, 27' paragonata all'equatore, esso per lo spazio di alcuni giorni cangia appena di declinazione e sembra essere stazionario, e si hanno il *solstizio d'inverno* o quello d'estate secondochè la massima declinazione è australe o boreale. La quantità di cui il sole si allontana dall'equatore partendo dagli equinozi è ciò che si dice *obliquità dell'eclittica*.

La qui unita figura, in cui PN indica l'asse della terra, *cc* la perpendicolare al piano dell'eclittica, *dd* l'equatore, ed *S* il sole, dimostra le varie posizioni della terra intorno al sole nello

spazio di un anno, e come queste posizioni siano causa delle diverse stagioni. Gli abitatori del polo *N* ossia del polo nord hanno il solstizio d'estate quando la terra è nella posizione O, l'equinozio d'autunno quando si trova nella posi-

zione O', il solstizio d'inverno quando è in A, e l'equinozio di primavera quando trovasi in E...

La terra non percorre l'eclittica colla stessa velocità. Nei primi giorni di gennaio il suo moto è il più celere e la sua distanza dal sole è la più piccola: a partire da quest'epoca la velocità del suo moto rivolutivo diminuisce di più in più e la sua distanza dal sole va via crescendo fino ai primi giorni di luglio, in cui il suo moto è il più lento e la sua distanza dal sole la più grande, perchè la monade terrestre nell'avvicinarsi al sole perde in volume quanto guadagna in velocità e reciprocamente in guisa da descrivere aree eguali in tempi eguali. La terra nell'avvicinarsi al sole perde in volume e guadagna in intensità dinamica perchè si immerge in un'atmosfera eterea di più in più densa. Nel suddetto fatto sta la ragione per cui l'orbita della terra ha una figura elittica. Il luogo in cui la terra è più vicina al sole dicesi *perielio:* quello nel quale è alla maggiore distanza chiamasi *afelio.* La differenza nella variazione della distanza è di un 32mo ossia un poco più di un milione di leghe. La terra non giunge al perielio sempre nello stesso punto dell'eclittica, ma si rimuove su questo grande circolo di 11", 7 per ogni anno. L'ellisse che la terra percorre gira quindi lentamente nel piano dell'eclittica, ed il suo grande asse prende successivamente varie posizioni. Il moto del perielio debbe dipendere da che la terra impiega per andare dall'afelio al perielio un tempo alquanto minore di quello che impieghi per venire dall'afelio al perielio e trovasi un poco al di qua di questo punto, giunto che sia il tempo in cui dovrebbe esservi arrivata, ed il perielio debbe perciò traslocarsi con moto diretto nello spazio. La terra, come pure gli altri esseri, si muovono più velocemente dal perielio all'afelio che da questo a quello, perchè la densità dell' etere crescendo dalla periferia al centro, gli impulsi centrifughi son alquanto più intensi di quelli centripeti.

L'asse di rotazione della terra non è solamente inclinato sulla perpendicolare al piano dell' eclittica, ma gira lentamente intorno questa perpendicolare percorrendo ogni anno

un arco di 50″, $^1/_{10}$: di un moto analogo è animata la trottola quando rota senza essere diritta. In virtù di questo moto l'equinozio si avanza verso occidente di 50″, $^1/_{10}$ andando incontro all' astro sirio: perciò il ritorno del sole allo stesso equinozio anticipa ogni anno del piccol arco suddetto sul ritorno rimpetto ad una stessa stella, e questa anticipazione rende l'anno equinoziale più breve dell'anno sidereo di 20′, 22″ di tempo, poichè se il sole impiega 24 ore ad avanzarsi di un grado, impiegherà 24 minuti per avanzarsi di 1′, e 22 secondi per avanzarsi di 2″; impiegherà quindi 20′, 22″ per avanzarsi di 50″, $^1/_{10}$. Il fenomeno in discorso è conosciuto sotto il nome di *precessione degli equinozi*. Se il moto di precessione dei poli della terra conservasse sempre la velocità che ha presentemente, l' equinozio farebbe il giro intiero dell'eclittica in circa 26 mila anni.

I poli della terra non girano semplicemente intorno alla perpendicolare al piano dell'eclittica, ma descrivono ancora in 18 anni e $^2/_3$ un piccolo elisse che ha 19″, 3 di diametro, vale a dire ora si avvicinano di 9″, 6 verso la mentovata perpendicolare, ed ora si allontanano di una eguale quantità. L'esistenza di questo moto venne dimostrata dal fatto che il nostro polo della terra per lo spazio di circa nove anni si avvicina a certe stelle e per un eguale spazio si allontana dalle stesse stelle. Così Bradley osservò per il primo che la stella γ del dragone dall'anno 1727 sino all'anno 1736 si avvicinò costantemente verso il polo boreale, e da quest'epoca sino al 1745 si allontanò dallo stesso polo. Analoghi risultati gli diedero le altre stelle. Questo cangiamento di posizione delle stelle rapporto al polo venne confermato dagli altri astronomi, ed il moto della terra, che è causa di questo cangiamento, venne chiamato *moto di nutazione*. In virtù di questo moto l' equinozio, per ragioni geometriche facili a concepirsi, ora ritarda ora avanza sul posto che occuperebbe per il solo moto di precessione. La forza che fa girare i corpi intorno dei punti varia in ragione diretta della superficie. I poli della terra in virtù del moto di precessione descrivono ogni anno un settore che ha circa 23°, 27′ di raggio e 50″, $^1/_{10}$

d'arco. Allorchè, per il moto di nutazione, i poli si avvicinano alla perpendicolare al piano dell'eclittica, il raggio del settore diminuisce e l'arco debbe crescere proporzionalmente alla diminuzione del raggio, e reciprocamente quando si scostano dalla suddetta linea, il raggio del settore cresce e l'arco debbe diminuire proporzionalmente all'aumento del raggio. Ciò posto, il piccolo arco, che i poli della terra descrivono intorno alla perpendicolare al piano dell'eclittica, ora è di 50″, $^1/_{10} + x$; ora di 50″, $^1/_{10} - x$, secondochè il moto di nutazione avvicina od allontana i poli dalla discorsa linea. Il valore di x si determina facilmente, cognita da quantità di cui il raggio del settore cresce o diminuisce. L'obliquità dell'eclittica, o con altre parole, il raggio che la terra descrive col suo moto di precessione, diminuisce ogni anno di circa mezzo secondo; 1100 anni avanti G. C. era di 23°, 54′; 173 anni dopo G. C. era di 23°, 41′; 880 anni dopo G. C. era di 23°, 36′; ora è di 23°, 27′ e qualche secondo. La diminuzione dell'obliquità dell'eclittica dipende dal progressivo restringimento e raffreddamento della terra.

La terra, a parte i moti che ha comuni colle unità superiori e quelli delle unità inferiori da cui risulta formata, è animata di cinque specie di moti proprii cioè di un moto di rivoluzione intorno al sole, di un moto di rotazione intorno se stessa, di un moto di precessione, di un moto di nutazione, e di un moto di contrazione e di espansione per il quale ora si avvicina ora si scosta dal sole. In grazia del moto l'eternità che non ha nè principio nè fine, che è una durata infinita, può concepirsi divisa in un numero infinito di durate finite conosciute sotto il nome di *tempo*. La rimembranza del passato e la coscienza del presente stabiliscono due epoche diverse, perciò disunite; l'intervallo che le disgiunge è una porzione dell'eternità, il tempo. Nel tempo si distingue il passato, il presente ed il futuro: nell'eternità è sempre presente. Il tempo è figlio del moto, senza di questo non vi sarebbe il tempo ma l'eternità.

La durata decorsa tra due successivi passaggi del sole al meridiano, ossia al mezzodì, chiamasi *giorno solare* o *giorno*

vero: una tale durata è un effetto dipendente dal moto di rotazione e di rivoluzione della terra. La durata che corre tra i due passaggi al meridiano di una stessa stella, ovvero il tempo che la terra impiega a fare un giro intorno al suo asse, chiamasi giorno sidereo. Il giorno solare è in media circa 4' più lungo del giorno sidereo, perchè la terra stante il suo moto di rivoluzione intorno al sole, debbe fare più di un giro intiero per condurre due volte successivamente lo stesso luogo al mezzodì. Difatti se la terra, mentre gira sopra se stessa, venisse trasportata da A in O (V. p. 485) dovrebbe fare un giro e mezzo per condurre due volte successivamente lo stesso luogo al mezzodì, e ciò per ragioni geometriche facili a concepirsi. Ora la terra impiega circa 183 giorni per andare da A in O, ossia per percorrere la metà della sua orbita. Dividendo quindi il mezzogiorno sidereo che è uguale a 718 minuti per 183, si ottiene per quoziente 3', 56", differenza che passa tra il giorno solare ed il giorno sidereo.

Se la terra percorresse l'orbita con eguale velocità, e se il piano del suo equatore coincidesse con quello dell'eclittica, i giorni solari avrebbero sempre la stessa durata, la quale sarebbe di 24 ore: ma siccome la terra non percorre l'orbita con eguale velocità, ed il piano del suo equatore taglia ad angolo obliquo il piano dell'eclittica, perciò i giorni solari hanno delle durate diverse nei diversi periodi dell'anno. Il giorno solare cresce se la velocità del moto di rivoluzione della terra cresce e reciprocamente: i giorni solari hanno quindi una durata massima in dicembre e gennaio ed una durata minima in giugno e luglio. I giorni veri non essendo eguali tra loro, non possono servire a misurare il tempo in una maniera comoda e precisa. Laonde si è pensato di addizionare tra di loro le durate di tutti i giorni veri, misurate con un orologio a pendolo esattissimo, e di dividere questa somma pel numero dei giorni, onde ottenere un giorno medio che potesse servire alla misura del tempo. Il tempo calcolato col *giorno* solare *medio,* preso per unità, chiamasi *tempo medio;* quello calcolato col giorno solare vero, chia-

masi *tempo vero o naturale*. Il tempo medio viene misurato da un cronometro ossia orologio ben regolato. Il tempo vero viene indicato da un quadrante solare, ossia da un gnomone. Si è giunto in questi ultimi tempi a dare ai quadranti solari disposizioni tali da fornire direttamente le indicazioni relative al tempo medio. Il giorno medio è costantemente di 24 ore: il giorno vero alcune volte è anche di 24 ore, ma in generale è più o meno di 24 ore, e la differenza può giungere sino a 30 minuti secondi. Si dà il nome di *equazione del tempo* alla differenza delle ore che in un medesimo istante due orologi debbono indicare, l'uno regolato sul tempo medio, e l'altro sul tempo vero. L'equazione del tempo è nulla quattro volte all'anno, cioè ai 15 di aprile, ai 15 di giugno, ai 31 di agosto ed ai 25 dicembre. In queste epoche il mezzodì medio corrisponde al mezzodì vero: nelle altre epoche il mezzodì del tempo medio anticipa o ritarda sul mezzodì vero, e la differenza può giungere sino a 17 minuti primi. La diminuzione dell'obliquità dell' eclittica, e soprattutto il moto del perielio della terra rispetto agli equinozi, modificano alquanto l' equazione del tempo, ma una tale modificazione non diviene sensibile che dopo un grande numero d'anni.

Oltre il giorno, unità di tempo cagionata dal moto di rotazione della terra, si distingue l'anno, unità di tempo prodotta dal moto di rivoluzione della terra intorno al sole. Si distingue l'anno solare o tropico, l'anno sidereo, e l' anno civile. L'*anno tropico* è il tempo che la terra, partendo dai punti equinoziali o solstiziali, impiega a ritornare ai medesimi, o con altre parole a far un giro intiero intorno al sole. L'*anno sidereo* è il tempo compreso fra due successive coincidenze del sole con una medesima stella posta sull'eclittica. L'anno tropico ed il sidereo avrebbero la stessa durata, se l'equinozio conservasse costantemente la stessa posizione rispetto alle stelle; ma siccome, in virtù del moto di precessione, si trasloca fra le stelle, un tale traslocamento rende l'anno tropico più breve del sidereo. La durata del primo è di 365 giorni, 5 ore, 48' minuti e 52" secondi: la durata del secondo è di 365 giorni, 6 ore, 6' minuti e 10" secondi.

Gli anni tropico e sidereo, componendosi di un numero frazionario di giorni, non possono adoperarsi per indicare le date dell'umana società. Si è perciò adottato un anno di convenzione, composto di un numero intiero di giorni, al quale si è dato il nome d'*anno civile*. Perchè l'anno civile fosse d'accordo col periodo di ritorno delle stagioni, e perchè un certo numero d'anni civili corrispondesse ad eguale o quasi eguale numero d'anni tropici, si dovette dare all'anno civile non sempre la stessa durata la quale è di 365 giorni negli anni comuni, e di 366 in quelli bisestili. Se l'anno tropico fosse di 365 ed un quarto, quattro anni civili, di cui tre avessero la durata di 365 giorni ed uno la durata di 366, corrisponderebbero a quattro anni tropici. Ma l'anno tropico essendo 365, $^1/_4$ meno 11' minuti ed 8'' secondi, quattro anni civili sono 44', 32'' più lunghi di quattro anni tropici. Per far scomparire questa differenza si è convenuto che nello spazio di 400 anni in luogo di 100 anni bisestili ve ne fossero soltanto 97.

La *luna* è un astro satellite della terra: è solido opaco, e di forma sferoidale come gli altri astri. Osservata col telescopio ci mostra una superficie arida, e nuda con grandi montagne ed avvallamenti. Non ha atmosfera: la sua distanza media dalla terra è di 95000 leghe: il suo diametro è circa un quarto di quello della terra. In 27 giorni e $^3/_{10}$ compie un giro intiero (*rivoluzione siderea*) intorno alla terra; ed in un eguale tempo un giro intiero intorno al suo asse. Da questo doppio moto effettuato nello stesso tempo risulta: che la luna ne presenta sempre le stesse parti della sua superficie, la stessa metà del suo orbe. Il tempo della rivoluzione siderea diminuisce a poco a poco, o con altre parole, il moto rivolutivo della luna diviene più celere di secolo in secolo, locchè proviene dal progressivo avvicinarsi della luna alla terra. L'orbita della luna è quasi elittica, ed è inclinata in media di 5°, 8', 48'' sull'eclittica. Il suo asse di rotazione fa in media un angolo di 6°, 37' colla perpendicolare al piano della sua orbita, e gira e nuta intorno codesta linea. La luna nel girare intorno alla terra descrive un'elisse tortuosa de-

viando ora a destra ora a sinistra, locchè fa variare il grado d'inclinazione dell'orbita della luna sull'eclittica, ed una tale variazione cagionata dall' attrazione del sole chiamasi *nutazione* dell'orbita lunare. L'orbita della luna essendo inclinata sull'eclittica, ne consegue che la luna nel percorrere la sua orbita attraversa di quando in quando l'eclittica. Chiamansi *nodi* i punti nei quali l'orbita della luna traversa l'eclittica. I nodi della luna non tagliano sempre l'eclittica nello stesso punto, ma si muovono da oriente verso occidente, percorrendo 19°, 3288 per anno, e compiono una rivoluzione intiera in circa 18 anni $^{2}/_{3}$; dopo il quale tempo ogni nodo torna ad occupare fra le stelle il posto che aveva nel principio.

La luna non emette luce, ma riflette quella che riceve dal sole: è sempre per metà illuminata: le varie fasi che presenta dipendono dalle diverse posizioni che essa prende per rispetto al sole nel girare intorno la terra, per cui non riflette oppure riflette per intiero, o soltanto in parte sulla terra la luce che riceve dal sole. Quando la luna attraversa la retta che congiunge la terra al sole, allora non può riflettere sulla terra la luce solare e si ha la luna nuova; quando attraversa il prolungamento della stessa retta dalla parte opposta della terra, allora riflette tutta la luce e si ha la luna piena; quando attraversa la perpendicolare all'indicata retta, allora si ha il primo o l'ultimo quarto.... Sovente si dà alla luna piena ed alla nuova il nome collettivo di *sizigie;* come il primo e l'ultimo quarto sono detti *quadrature*... Chiamasi *lunazione, mese lunare, rivoluzione sinodica* il tempo impiegato dalla luna a compiere un giro rispetto al sole, ossia il tempo che passa fra due noviluni, tra due congiunzioni della luna col sole. Il mese lunare è circa 29 giorni e mezzo; questo mese è più lungo della rivoluzione siderea della luna, perchè nell'atto che questo satellite gira intorno alla terra, quest'ultima si avanza nell'orbita.

La luna, la terra.... essendo dei corpi opachi e rotondi, non possono essere illuminate dal sole che da un solo lato, e proiettano dal lato opposto un'ombra, la quale sarebbe ci-

lindrica e di estensione infinita se la loro grandezza fosse pari a quella del sole, ma siccome sono assai più piccole, così la loro ombra è conica e di estensione finita stante la convergenza dei raggi luminosi che la abbracciano. Il cono ombroso della luna è molto più breve di quello della terra, perchè la luna è più piccola. Allorchè la luna passa nell'ombra della terra, ha luogo *eclissi di luna:* allorchè la terra passa nell'ombra della luna si ha *eclissi di sole.* Il corpo che emette la luce, quello che proietta l'ombra, non che la stessa ombra, trovandosi costantemente sul prolungamento della stessa retta, ne segue che gli eclissi di sole hanno luogo a luna nuova, e quelli di luna a luna piena, quando all'istante delle sizigie trovasi nel piano dell'eclittica, o prossima a questo piano, d'onde il nome d'eclissi.

Venti milioni circa di leghe più in là della terra, circola Marte; la cui distanza media dal sole è di circa 58 milioni di leghe. Marte all'occhio nudo appare come una bella stella di una tinta rossastra. Compie la sua rivoluzione nell'orbita ossia il suo anno in circa 687 giorni, ed il suo giro sopra se stesso ossia il suo giorno in 24 ore e circa 39 minuti: il suo asse di rotazione fa un angolo di 28°, 42' sul piano della sua orbita. Le stagioni in Marte sono quindi analoghe alle nostre. Simile è nei due pianeti la configurazione geografica dei continenti e dei mari, e l'atmosfera da cui sono circondati, identiche le variazioni di stagioni e di climi. Nell'atmosfera di Marte formansi, come in quella della terra, le nubi; come su questa compariscono periodicamente sopra Marte le nevi ai poli e si estendono d'inverno per restringersi d'estate. Il modo di essere di Marte conduce a supporre che sia abitato da piante e da animali simili ai terrestri.

Alla distanza di circa 100 milioni di leghe dal sole, si incontra negli spazi interplanetarii una zona larga 80 milioni di leghe, in cui si trovano numerosi piccoli pianeti (se ne conoscono già 128 ed ogni anno se ne scoprono dei nuovi) i quali indipendentemente gli uni dagli altri, compiono la loro rivoluzione intorno al sole. Tutti questi piccoli pianeti

(Vesta, Giunone, Cerere, Pallade, Astrea, Flora, Urania, Fide, Letizia...) sono probabilmente il prodotto della decomposizione di due o tre grandi pianeti che si muovevano in orbite non sufficientemente lontane le une dalle altre. Le orbite dei piccoli pianeti sono molto inclinate sull'eclittica: alcuni di essi sono circondati da un'atmosfera molto alta. Secondo Schroeter, l'atmosfera di Cerere non avrebbe meno di 276 leghe di altezza.

Al di là della zona degli asteroidi gravita, gira ed oscilla il gran pianeta Giove in un'orbita lontana dal sole circa 200 milioni di leghe. Giove si mostra all'occhio nudo come una stella delle più brillanti, il suo splendore è presso a poco simile a quello di Venere. Malgrado la rapidità della sua rotazione diurna che si compie in meno di 10 ore, il suo anno è dodici volte più lungo del nostro: stante la celerità con cui gira intorno al suo asse, e la sua grossezza, egli è compresso ai poli più della terra. Lo schiacciamento è di circa $^1/_{18}$. L'asse di rotazione di Giove è poco inclinato (2 a 3 gradi) sul piano della sua orbita; le stagioni sono quindi pochissimo sensibili alla sua superficie. Giove è 1414 volte più grande della terra, ed è circondato da un'atmosfera costantemente occupata da dense nubi, le quali ci tolgono la vista della configurazione geografica della sua superficie; ma tuttavia si scorge che grandi movimenti meteorici hanno luogo su quel globo, e si osserva specialmente che dei venti alisei soffiano periodicamente nelle sue regioni intertropicali. Intorno a Giove circolano, come la luna intorno alla terra, quattro satelliti visibili col telescopio.

Dopo Giove si trova il pianeta Saturno che circola alla distanza di 364, 351, 600 leghe dal sole, con un anno che è circa trenta dei nostri, e con un giorno di 10 ore, 16 minuti. Saturno è 734 volte più grosso della terra; ad occhio nudo si presenta come una stella di prima grandezza, brillante di luce squallida. È circondato da un anello circolare e schiacciato che lo inviluppa senza toccarlo in verun punto. L'anello di Saturno è posto nel piano dell'equatore, ed è costituito da due anelli concentrici; il diametro dell'anello

maggiore sarebbe di 72,000 leghe; quello dell'anello minore di 46,000: tra Saturno e la circonferenza dell'anello minore, vi avrebbe una distanza di 8,000 leghe, perchè il diametro del pianeta è di circa 30,000 leghe. L'anello gira con una velocità un poco minore di quella di Saturno: compie un giro intiero in 10 ore, 29', 16". L'asse di rotazione dell'anello è perpendicolare al suo piano ed è lo stesso che quello di Saturno. In un tempo l'anello doveva far parte del globo da cui debbe essersi distaccato per un notevole restringimento della materia ad esso sottostante, per il quale restringimento il globo acquistò una velocità rotativa maggiore dell'anello, e si è da esso separato. La rapidità della sua rotazione ha prodotto ai poli una depressione considerevole, la quale è di circa un decimo. Saturno, oltre all'anello, è ancora scortato da otto satelliti che si muovono come quelli di Giove da occidente in oriente, i cui movimenti avvengono presso a poco nel piano dell'anello, salvo l'ottavo che è inclinato di 30°. Quest'ultimo che è il più lontano dal pianeta, compie una rivoluzione intiera in 79 giorni, e fa nello stesso tempo un giro intiero sopra se stesso.

Alla distanza di circa 733 milioni di leghe dal sole gira Uranio con un anno che è circa 84 dei nostri: non si è potuto fin'oggi, attesa la distanza, determinare la durata del suo giorno ossia della sua rotazione. Uranio è 98 volte più grosso della terra; appena visibile all' occhio nudo, e depresso ai poli come gli altri pianeti. La luce ed il calore che riceve dal sole sono 360 volte minori che alla superficie terrestre. Come Saturno, è circondato da otto satelliti, i quali presentano una singolarità nel sistema solare: essi si muovono dall'est all'ovest, mentre quelli degli altri pianeti girano tutti dall'ovest all'est.

L'ultimo pianeta conosciuto del sistema è Nettuno. Questo pianeta circola alla distanza di un miliardo e 147 milioni di leghe dal sole in un' orbita che abbraccia quelle di tutti gli altri. A quella lontananza il sole non apparisce più che 1300 volte minore di quello che si mostra a noi. L'anno di Nettuno è uguale a 165 circa dei nostri. È accompagnato da

un satellite che circola alla distanza di 100,000 leghe in un'orbita inclinata di circa 35 gradi sull'eclittica, e compie una rivoluzione intiera in circa 6 giorni. Per ora Nettuno è il pianeta più lontano del sistema: ma chi oserebbe affermare che al di là di esso non ve ne siano più altri invisibili coi nostri stromenti? La distanza che separa il nostro sole dalla stella più vicina essendo di quasi otto mila volte quella che vi è tra Nettuno ed il sole, vi sarebbe ancora del margine.

I pianeti girano tutti intorno se stessi ed intorno al sole da occidente in oriente; i satelliti girano nello stesso senso, salvo quelli d'Uranio, e circolano inoltre intorno ai pianeti. Tutti questi moti avvengono conformemente alle leggi delle aree, cioè gli astri minori descrivono delle elissi intorno l'astro maggiore; le porzioni di elisse descritte sono proporzionali ai tempi impiegati a descriverle. Tutti i pianeti e tutti i satelliti dei quali si è potuto osservare il moto di rotazione, girano da oriente in occidente; tutti hanno l'asse di rotazione inclinato sulla perpendicolare al piano della loro orbita, lo che dimostra che hanno una costituzione simile a quella della terra, e che come questa sono animati di moto di precessione e di nutazione, e risultano d'atomi individuati in esseri di più in più grandi. Si possono distinguere in due gruppi distinti cui limita e separa la zona dei pianeti telescopici che tramezza fra Marte e Giove: quelli che ne sono al di qua; Marte, la Terra, Venere e Mercurio formano il gruppo dei P. *inferiori* caratterizzati dalla prossimità all'astro luminoso, dall'esiguità della massa, dalla brevità dei loro anni, dalla durata quasi eguale dei giorni, e finalmente da elementi geodetici analoghi; quelli che sono al di là, Giove, Saturno, Urano e Nettuno formano il secondo gruppo dei P. superiori, notevoli per le loro colossali dimensioni, pel numero dei satelliti, per la brevità dei loro giorni, e per la lunghezza dei loro anni.

I pianeti ed i satelliti non hanno luce propria ma ci riflettono quella che ricevono dal sole; perchè negli eclissi, cioè quando ad essi non giunge direttamente la luce del

sole, sono oscuri, e perchè la luce che da essi proviene non è luce diretta, ma bensì luce stata in gran parte polarizzata per riflessione. Inoltre per mezzo dell'analisi spettrale si è riconosciuto che la luce dei pianeti e dei satelliti è analoga alla luce solare, tranne le modificazioni che subisce nel riflettersi e nell'attraversare la loro atmosfera, quando ne sono forniti. Huggins e Miller hanno constatato che lo spettro della luna è assolutamente identico a quello del sole, nessuna riga oscura si aggiunge alle righe constatate da Fraünhofer e da Kirchoff, d'onde ne segue che la luna non ha punto atmosfera, come erasi già altrimenti dimostrato; i raggi delle stelle non sono punto refratti quando giungono a radere la superficie del nostro satellite. Negli spettri di Venere, Marte, Giove e Saturno, scorgonsi nettamente le righe proprie della luce solare, e vedonsi inoltre le righe e le bende oscure che Brewter e Janssen hanno riconosciuto appartenere al vapore acqueo. Questi pianeti hanno quindi delle atmosfere simili alle nostre contenenti delle notevoli quantità di vapore acqueo. Nello spettro di Marte le righe nere prodotte dall'assorbimento della sua atmosfera sono assai fine, da cui si può conchiudere, con l'astronomo Secchi, che l'atmosfera di questo pianeta debbe essere sensibilmente più piccola e più sottile della nostra. Gli spettri di Giove e di Saturno presentano nel rosso una riga non assai larga e ben distinta, che non coincide con alcuna delle righe terrestri dello spettro solare. Lo spettro d'Uranio differisce essenzialmente da quello degli altri pianeti. Esaminato nel 1869 dall'astronomo Secchi, lo avrebbe trovato completamente mancante di giallo, e con due righe assai larghe ed assai nere nel verde e nel blò. In questi ultimi tempi però Huggins avrebbe trovato che lo spettro di Uranio contiene tutti i colori, e che non presenta le righe proprie del vapore acqueo e dell'acido carbonico.

Nel nostro sistema solare oltre il sole, i pianeti ed i satelliti si distinguono le comete ed i bolidi. Una cometa consiste d'ordinario in una massa più o meno brillante, circondata da una nebulosità, che estendesi sotto la forma di tratto luminoso, in una direzione particolare. La voce cometa si-

gnifica stella chiomata. La massa brillante che ne occupa il centro chiamasi *nucleo:* la nebulosità che cinge il nucleo, *chioma;* le striscie luminose *coda.* Si dà infine il nome di *testa* all'insieme del nucleo e della chioma. Vi hanno delle comete senza chioma, e di quelle senza nucleo. Una cometa non può essere osservata nel cielo che per un tempo limitato, quando si trova in prossimità del suo perielio: se è periodica torna poi a lasciarsi vedere dopo un certo numero d'anni nello stesso sito: se non è periodica non si lascia più vedere. Le *comete periodiche* descrivono delle elissi molto allungate, delle quali il sole occupa uno dei fuochi, e dopo essere passate in vicinanza del sole, vi si allontanano per un certo tempo e tornano quindi ad avvicinarsi, girando regolarmente intorno al medesimo. Le *comete non periodiche* descrivono delle parabole, il cui fuoco è al centro del sole, e dopo essere passate in vicinanza di quest'astro vi si allontanano e non ritornano più. Il moto delle comete avviene conformemente alle leggi di Keplero. Il numero delle comete non periodiche, che, per lo passato, si sono temporariamente individuate al sole, e quelle che si individueranno in avvenire, è indeterminato. Le comete in discorso prima d'incentrilirsi al sole vagavano per lo spazio e tornano a vagarvi dopo essersi scentrilite. Le comete periodiche conosciute sono: la *Cometa di Halley,* la *C. a breve periodo,* la *C. di* 6 *anni e* $^3/_4$, la *C. di Faye,* la *C. di Tuttle,* e le piccole comete a breve periodo che portano i nomi di Encke, di Winnecke e di Arrest.

La cometa di Halley impiega circa 76 anni a compiere la sua rivoluzione intorno al sole: la direzione del suo moto è retrograda. Passò al suo perielio il 12 marzo 1759, tornò a passare il 16 novembre 1835, e vi passerà di nuovo l'anno 1911. La cometa a breve periodo fu scoperta da Pons a Marsiglia il 26 novembre 1818: fa un giro intiero intorno al sole in tre anni e tre giorni. La sua distanza dal sole, quando trovasi nell'afelio, oltrepassa appena quattro volte la distanza della terra dal sole, ed in conseguenza essa resta sempre compresa nell'interno dell'orbita di Giove. Quando trovasi al

suo perielio, la sua distanza dal sole è presso a poco eguale al terzo della distanza della terra dal sole. La cometa di 6 anni e $^3/_4$ fu così chiamata perchè impiega a percorrere la sua orbita circa un tale tempo: fu scoperta il 27 febbraio 1835 dal signor Biela. La più piccola distanza di questa cometa dal sole è uguale a 0,86 e la sua più grande distanza dallo stesso astro è 6,20, prendendo per unità la distanza del sole dalla terra: la sua orbita estendesi quindi un poco al di là di quella di Giove. La quarta cometa periodica è stata scoperta nell'osservatorio di Parigi dal signor Faye il 22 novembre 1843. Questa cometa descrive un elisse la cui eccentricità è molto debole relativamente a quella delle altre comete periodiche. Compie la sua rivoluzione intorno al sole in circa 7 anni e mezzo. La sua più piccola distanza dal sole è di 1,7 e la sua più grande distanza dallo stesso astro di 5,9. Questa cometa passò al suo perielio nel 1851, sul finire del 1858, nel 1866 e tornerà a passare nel 1873. La cometa di Tuttle è assai piccola e compie la sua rivoluzione in 13, $^1/_4$. Passò al suo perielio il 4 gennaio 1858. La cometa di Encke compie la sua rivoluzione in tre anni ed un terzo...

Le comete non sono animate da un regolare moto di rotazione, come i pianeti, e subiscono delle singolari mutazioni di forma. Nel 1835, giusta le osservazioni di Herschel figlio, la cometa di Halley presentò in pochi giorni dei notevoli cangiamenti. Veduta, per la prima volta il 28 ottobre 1835, aveva la figura di una lunga fascia ad una estremità della quale trovavasi un nucleo rotondato: il giorno seguente aveva la figura di un semicerchio, nel mezzo del quale vi era il nucleo: un poco più tardi la stessa sera aveva di nuovo la figura di una fascia. Dopo alcuni giorni la cometa divenne invisibile a causa della sua prossimità al sole: poscia fu osservata di nuovo il 25 gennaio 1836. A quest'epoca aveva una figura rotondata, nel mezzo della quale vi era un nucleo largo e diffuso che somigliava ad un cilindro: il 26 gennaio aveva una figura curvata: il 27 e 28 gennaio aveva delle figure diverse e molto irregolari. La cometa di

Halley fu anche nello stesso tempo attentamente osservata a Parigi da Arago, il quale vi scoprì dei molteplici e svariati cambiamenti nella sua struttura interna: ai 15 di ottobre aveva un settore compreso fra due linee sensibilmente rette, dirette verso il centro del nucleo: ai 18 presentava tre settori... Anche nelle altre comete si sono osservate delle notevoli variazioni di forma e di struttura. La cometa di 6 anni e tre quarti nel mese di gennaio del 1846, si è divisa in due parti distinte che hanno continuato a muoversi restando ad una piccola distanza l'una dall'altra. Ciascuna di queste parti era formata di un nucleo accompagnato da una nebulosità. Quando la cometa ricomparve in agosto 1852, dopo aver fatto tutto il giro della sua orbita, le due parti nelle quali erasi divisa sono state vedute di nuovo: la distanza dei loro nuclei erasi aumentata in modo notevole... Alcune comete siano desse periodiche o no, si decompongono parzialmente od in totalità mentre fanno parte del nostro sistema, e le loro molecole restano disseminate negli spazi interplanetari oppure si individuano in piccoli bolidi. Secondo l'astronomo Donati, la cometa di 6 e 3 quarti dopo essersi divisa in due parti si sarebbe successivamente decomposta in molecole ed avrebbe per conseguenza cessato di esistere.

Le code delle comete sono quasi sempre dirette dalla parte opposta al sole, locchè debbe dipendere dalla repulsione che esercitano sulle molecole delle comete le radiazioni calorifiche del sole. Quando però le repulsioni proprie delle molecole cometarie superano la repulsione solare, allora le code si possono formare in altre direzioni. La cometa del 1824, oltre alla coda diretta al solito verso il lato opposto al sole, ne ha mostrato un'altra diretta precisamente verso di esso. Le code delle comete possono essere prodotte non solo dalle indicate ma ancora da altre cagioni; come per es., dalla resistenza dell'etere in cui la cometa si muove, dall'attrazione che il sole ed i pianeti esercitano sulla materia cometaria, da rapide trasformazioni corpuscolari... Vi hanno delle code di enormi dimensioni, e di quelle animate da un rapidissimo

moto di rotazione. Si videro delle comete che giungevano colla loro testa allo zenit e la loro coda toccava ancora l'orizzonte. Nel 1744 si vide una cometa a sei code, ciascuna delle quali aveva una lunghezza di 30° a 40° gradi.

I nuclei delle comete sono d'ordinario molto piccoli: havvene di quelli che sembrano diafani e degli altri opachi e molto brillanti. Debbono essere forniti di vapori molto densi mescolati con particelle di corpi allo stato vescicolare ed anche solidescente. La materia che forma i nuclei è assai più condensata di quella che forma la nebulosità, la quale debbe consistere in corpi gassosi assai leggieri in parte condensati in nubi. Può essere che nella nebulosità e soprattutto nelle code una porzione di materia atomica, stante il considerevole grado di rarefazione, non sia ancora individuata in molecole, oppure semplicemente allo stato di chimica e di cometaria individuazione. . . . . I nuclei variano talvolta in breve tempo di forma e di volume, locchè dimostra che risultano da corpi mobili e di costituzione molto instabile. La loro diminuzione di volume debbe dipendere da rapide vaporizzazioni o chimiche decomposizioni per cui dei corpi condensati nei nuclei si convertono in corpi gassosi e fanno crescere il volume della nebulosità. Il loro aumento di volume debbe dipendere da rapide trasformazioni fisiche o chimiche dei corpi aeriformi delle nebulosità per cui si generano dei corpi che si condensano nei nuclei. La materia delle comete è assai poco condensata; il grado di condensazione diminuisce dal centro andando verso la periferia, in cui trovasi allo stato di estrema rarefazione. Nelle parti esterne delle comete, molto probabilmente gli atomi stante le notevoli distanze a cui si trovano, non sono individuati in molecole. Le variazioni di aspetto che ad ogni momento subiscono le comete ci dimostrano che la materia da cui risultano formate è allo stato di grande attività molecolare. Qua vi sono atomi che si individuano in molecole, là sono molecole che si disindividuano e si risolvono in atomi liberi: qua vi sono molecole chimiche che si individuano in molecole fisiche, là vi sono molecole fisiche che si disindividuano e si riducono in mole-

cole chimiche libere: qua vi sono molecole che si convertono in altre più condensate, là vi sono molecole condensate che si trasformano in molecole meno condensate, dove la materia si restringe e converte le distanze in velocità; dove si dilata e trasforma le velocità in distanze: dove vi è della materia che si individua alla cometa, dove vi è della materia che dalla cometa si disindividua. L'apparire e lo scomparire delle code di certe comete debbe dipendere dall'individuarsi o disindividuarsi della materia atomica. Alla cometa del 1843 il 4 di marzo scomparve una delle due lunghe code che aveva.

Tyndall, appoggiato sul fatto che egli stesso ha scoperto, ossia sopra le nubi di forme svariatissime che minime quantità di vapori producono sotto l'influenza della luce elettrica o della luce solare, ammette che le comete sono composte di vapore suscettivo di essere convertito in nubi dai raggi solari. Secondo questa teoria, la testa visibile e la coda consisterebbero in una nube particolare più o meno condensata; la coda non consisterebbe in una materia lanciata dalla cometa, ma in una materia precipitatasi sopra i fascetti dei raggi solari che attraversano l'atmosfera cometaria. I raggi solari constano di tre specie di radiazioni. Tyndall ammette che le radiazioni attiniche sono dotate della virtù di convertire i vapori in nubi, mentre le radiazioni calorifiche sono dotate di una virtù opposta, cioè convertono le nubi in vapori trasparenti. Allorchè prevale la prima cagione noi abbiamo la nube cometaria, allorchè prevale la seconda, si ha il vapore cometario trasparente, e così si spiegherebbe l'apparizione e la sparizione delle code. Giova aggiungere che la nebulosità di una cometa è trasparente perchè lascia vedere attraverso le stelle anche piccolissime: le nubi cometarie sono dunque diverse dalle nubi terrestri, le quali sono opache o tutto al più pellucide.

Poche comete furono fin'oggi sottoposte all'analisi spettrale. Quelle di *Brorsen* e di *Vinnecke*, osservate nel 1868 da Huggins e dal padre Secchi, diedero uno spettro discontinuo composto di tre bende luminose. La più brillante era nel verde, tra *b* ed F, e si riduceva, allorchè il tempo era assai

chiaro, ad una linea brillante avente una larghezza eguale al diametro apparente del nucleo cometario; la seconda benda, meno brillante, si trovava nel verde giallo, e la terza nel violetto-blo. Oltre queste tre bende distinguevasi uno spettro continuo assai pallido. L'astronomo Secchi paragona lo spettro delle comete che ha studiate a quello dell' idrogeno carbonato. Huggins a quello che dà la scintilla elettrica passando attraverso all' olio d' olivo oppure attraverso al gaz oliofaciente. Dalle mentovate osservazioni emerge che le comete emettano direttamente della luce, e che questa proviene da un gaz incandescente. Insieme alla luce diretta, esse rifletterebbero assai debolmente la luce solare, d'onde le tracce dello spettro continuo proprio del sole. Secondo Huggins la parte centrale delle comete emette luce propria, le nebulosità riflettono la luce del sole. Già Arago aveva riconosciuto che la luce delle comete non era in totalità composta di raggi dotati delle proprietà della luce diretta, ma che conteneva della luce polarizzata.

Dalle cose finqui esposte risulta che le comete si distinguono dai pianeti per molti caratteri. La materia è assai meno condensata nelle prime che nei secondi. I pianeti hanno una figura costante e sono animati da un moto regolare di rotazione: le comete presentano delle figure estremamente variabili e non rotano in un modo regolare. I pianeti girano tutti nello stesso senso; i piani delle loro orbite sono poco inclinati gli uni sugli altri; e le loro eccentricità sono piccolissime. Le comete girano in piani che sono per lo più molto inclinati sul piano dell'eclittica; alcune girano nel senso diretto, altre nel senso retrogrado; la più parte di esse descrivono delle orbite talmente allungate che, nel tempo in cui sono visibili, sembrano descrivere delle parabole, e quelle poche il cui moto elittico è ben conosciuto, l' eccentricità della loro orbita è di molto superiore a quella delle orbite planetarie.

Le comete esercitano un' influenza particolare sul nostro sistema perchè fanno parte del medesimo: quelle non periodiche inoltre ne fanno variare il modo d'essere nell'atto che

si individuano o si disindividuano dal sole. Se il nostro sistema solare incontrasse simultaneamente un grande numero di comete, non sarebbe impossibile che ne venisse dalla loro azione più o meno profondamente trasformato ed anche ridotto allo stato di nebulosa. Non è impossibile che una grossa cometa passando in vicinanza della terra trascini seco la luna ed anche la stessa terra. Ma la grande massa che fa d'uopo supporre nella cometa e la debole distanza nella quale dovrebbe passare accanto alla terra, rendono questo avvenimento oltremodo improbabile. Non è impossibile che una porzione della coda di una cometa possa passare sul nostro globo. Le comete, avendo pochissima densità, attirano molto debolmente la materia che forma le loro code, le quali possono, maggiormente attirate dalla terra, abbandonare le comete ed incentrilirsi al nostro globo. L'introduzione di un nuovo gaz nella nostra atmosfera potrebbe essere cagione di funeste conseguenze, per gli attuali esseri viventi, se il suo modo d'agire non si accordasse con il loro modo d'esistere; di qui il perchè l'apparizione delle comete ha sempre colpito gli uomini di meraviglia e di spavento, potendo la loro azione produrre dei tristi effetti. Giova però aggiungere che la grande stabilità del sistema solare, e l'essere i piani delle orbite delle comete molto inclinati sul piano dell'eclittica, rendono eccessivamente improbabili i mentovati sconvolgimenti. Le comete possono anche per la semplice luce che riflettono e per le variazioni che inducono nella risultante solare, esercitare un'influenza sulla vita degli esseri poliorganici e sugli altri terrestri fenomeni. Difatti il modo di esistere e di sentire dei naturali organismi è subordinato alle condizioni in cui dessi si trovano; una variazione di queste condizioni debbe quindi influire sul modo di esistere degli organismi.

Se le comete influiscono sui fenomeni terrestri, anche gli astri e soprattutto la luna vi debbono influire. La luna vi debbe esercitare un'influenza diversa nelle differenti sue fasi, per la differente quantità di luce solare che riflette sulla terra. Dicendo che gli astri, le comete esercitano un'influenza

sulle terrestri esistenze, non intendo già di dire che tutti gli avvenimenti terrestri siano un effetto dell'azione degli astri, che non vi siano disastri senza comete, e non vi siano comete senza disastri; ma intendo bensì di dire che le radiazioni delle comete e degli altri astri concorrono insieme colle altre a determinare i terrestri avvenimenti. Se hanno torto coloro che attribuiscono tutti gli avvenimenti all' influenza degli astri, hanno pure torto coloro che negano apertamente che gli astri non influiscono sulle terrestri esistenze.

Le *stelle cadenti* sono dei piccoli corpi luminosi, dei piccoli asteroidi che cadono verso la terra. La materia che le informa ora si dissipa nello spazio ora giunge aggregata in masse più o meno voluminose sulla terra. In generale le stelle cadenti si accendono giunte che siano nell' atmosfera terrestre; alcune poche si accendono, altre si accendono e si estinguono al di fuori della nostra atmosfera. Difatti le osservazioni comparative fatte nel 1832 in Breslavia, Dresda, Liepe... da Brandes e da varii suoi allievi, e quelle eseguite in seguito da altri astronomi, hanno dato sino a 200 e più leghe per altezza di alcune stelle cadenti. Le stelle cadenti si muovono con grandissima velocità. Phipson distingue la velocità che esse hanno nell'orbita che descrivono prima di cadere: la velocità con cui si muovono dopo che hanno abbandonato l'orbita, e descrivono la loro traiettoria verso la terra, e la velocità con cui cadono i loro fragmenti dopo l'estinzione. Addì 5 settembre 1868 si è veduto in un grande numero di località situate in Francia ed in Italia un asteroide che passò a piccola distanza (111 chilometri) dalla terra, senza cadervi sopra, e che aveva per rispetto a questa una velocità di 88 chilometri per secondo, e descriveva movendosi un iperbole. Alcune stelle cadenti possono quindi continuare a muoversi nella loro orbita, senza cadere sulla terra. I corpi solidi proprii delle stelle cadenti chiamansi *aeroliti* (pietre dell'aria), *bolidi* (pietre rotonde), *meteoriti* (pietre di meteora). Le apparizioni di stelle cadenti hanno luogo in quasi tutti i giorni dell'anno, ma in certe epoche cadono in numero considerevole e formano una specie di pioggia. Fino

al 1833, i mesi di aprile e di novembre furono le epoche in cui la pioggia di stelle cadenti si mostrò più frequente: dopo quest'epoca fu il mese d'agosto, ora sono i mesi di aprile, agosto, novembre e dicembre.

Le stelle cadenti derivano da piccoli aggregati di materia atomica esistenti negli spazi interplanetari, che la terra, incontrando nel suo annuo movimento, attira e fa cadere sopra se stessa. Questa materia può essere un residuo di quella che generò condensandosi il nostro sistema solare; può esservi venuta da altre regioni dello spazio e può anche essere il prodotto di disgregamento di qualche piccolo astro. Può essere che la materia cosmica esista nello spazio allo stato d'asteroide, e può essere che non assuma un tale stato che sotto l'influenza della terra poco prima di cadere. Comunque sia, le pioggie di stelle cadenti avvengono quando la terra passa nelle regioni dello spazio dove vi sono delle quantità notevoli di materia atomica, individuata o non, in asteroidi. Un nostro insigne matematico, Schiapparelli, fondandosi sopra l'osservazione che in generale, nelle pioggie, il numero delle stelle cadenti cresce d'ora in ora, ha conchiuso che desse si muovono con velocità paragonabili a quelle delle comete, e per mezzo del calcolo ha constatato l'identità della traiettoria delle stelle cadenti periodiche del principio d'agosto con l'orbita della grande cometa del 1862. L'astrónomo Peters figlio, ha dal suo lato rimarcato l'identità dell'orbita dello sciame di novembre con quella di un'altra cometa scoperta da Tempel sul principio dell'anno 1866. Lo sciame di stelle cadenti del 10 dicembre, e quello del 20 aprile debbono offrire, in quanto all'orbita che descrivono, una relazione, il primo colla singolare cometa di Biela, ed il secondo colla cometa del 1864. La materia cosmica generatrice delle indicate pioggie di meteoriti sarebbe penetrata nel nostro sistema insieme colle relative comete, e siccome essa si muove, si comprende quindi il perchè le epoche delle pioggie di meteoriti cangino col tempo.

Lo stato d'incandescenza delle meteoriti dipende soprattutto dalla pressione che l'atmosfera terrestre esercita sopra

la materia dell' asteroide non che dalla contropressione che lo stesso asteroide, per la grande velocità onde è animato, esercita sopra le molecole dell'aria, per la quale mutua pressione le molecole perdono in volume e guadagnano in velocità luminosa e calorigena. L'incandescenza di alcune e segnatamente di quelle che s'accendono fuori dell' atmosfera terrestre dipende da una diretta condensazione della materia da cui sono formate. Le meteoriti producono, mentre si estinguono, delle forti esplosioni e si riducono in fragmenti, i quali si muovono con una velocità minore del totale. L'esplosione delle meteoriti debbe dipendere dall'istantanea decomposizione della risultante dinamica da cui erano animate. Nelle meteoriti prima dell'esplosione, le forze molecolari sono composte in risultante e cospirano verso lo stesso punto, nell'atto dell'esplosione cessano di cospirare insieme e si fanno ad operare in altre direzioni, di qui l'origine dei violenti movimenti che sono causa dell'esplosione e dell'elevazione di temperatura che ne produce la parziale fusione, di qui la diminuzione del grado di velocità dei fragmenti, perchè una parte delle forze che spingeva il bolide verso il centro della terra si fece ad operare in altre direzioni ed a produrre delle altre velocità. L'astronomo Delaunay attribuisce l'esplosione delle meteoriti all'enorme pressione che l'aria spintavi avanti esercita sopra di esse. Io penso che la compressione dell'aria sia soltanto una fra le ragioni ossia le condizioni che determinano le forze a cangiar direzione ed a produrre l' esplosione.

I bolidi offrono grandezze assai diverse, da quelle di un uovo a quella di un corpo del peso di più quintali: sono rotondati, di colore bigio all'interno, coperti esternamente di una crosta nera, talvolta brillante e vetrosa. La più parte dei bolidi sono composti di silice, di magnesia, di ferro, di nichelio e di solfo. Alcuni sono semplicemente composti di ferro, di nichelio e di cobalto. Altri presentano una composizione complicata e contengono più di 15 specie atomiche. In alcuni predomina l'alumina, in altri la silice e non contengono alumina. Fin oggi non si trovarono nei bolidi specie

atomiche diverse da quelle terrestri. Alcuni contengono dei corpi organici. Woelher ha constatato nell'areolite di Kaba la presenza di una sostanza organica solubile nell'alcole e nell'etere; Berzelius prima e poscia Roscoe trovarono nell'areolite di Alais una materia organica composta di carbonio e di idrogeno, locchè dimostra sempre più che i corpi organici possono formarsi per la diretta reazione dei corpi minerali.

Meunier, appoggiato sull'analogia che alcune pietre meteoriche presentano coi minerali terrestri (il bolide caduto a Chantonnay ossia la *chautonnite*, somiglia, in quanto alla composizione ed alla struttura, al serpentino. . .), ne ha indotto che desse dovevano probabilmente essere il prodotto di disgregazione di qualche piccolo satellite della terra.

Nello spazio, oltre il nostro sistema, solare esiste e rotea un numero immenso di altri sistemi analoghi. Le stelle che in numero indefinito, brillano di luce propria nel firmamento, sono altrettanti astri simili al nostro sole. Le proprietà generali della materia attiva, il principio d'unità di costituzione, d'accordo con l'osservazione, ci insegnano che le stelle sono, come il nostro sole, scortate da pianeti e da sistemi planetari, che gravitano, girano ed oscillano intorno ad esse secondo le leggi di Keplero. Le stelle, tranne quelle poste in vicinanza dei poli, spuntano, come il sole, all'oriente, si sollevano fino al meriggio, quindi si abbassano e tramontano all'occidente, per di bel nuovo apparire dopo un certo tempo, all'oriente, e così perennemente. Le stelle poste al nord della terra non tramontano mai; alcune di esse sembrano rivolgersi intorno ad una stella particolare e descrivere intorno la medesima dei circoli più o meno grandi in proporzione della maggiore o minore distanza da quella. La stella quasi immobile è detta *stella polare*, perchè è la più prossima al polo, dal quale non è lontana che un grado e 32 minuti; le stelle che sembrano girarle intorno chiamansi stelle circumpolari. Lo stesso ha luogo all' altro polo della terra ossia al polo sud. L'aspetto del cielo stellato è dunque quello di una sfera concava che gira regolarmente intorno

a due punti fissi, diametralmente opposti, che sono i due poli, e questo giro si compie nello spazio di 24 ore, ed è dovuto alla rotazione della terra intorno al suo asse. Ma l'asse terrestre, essendo animato di moto di precessione e di nutazione, varia continuamente di posizione, ed una tale variazione fa nascere una corrispondente variazione nella posizione delle stelle. L'attuale stella polare non è più quella che occupava un tale posto nei tempi d'Ipparco. Il polo boreale, in virtù del moto di precessione, s'accosta ogni anno di 50" circa verso la stella wega, dalla quale è attualmente distante di circa 51 gradi. Da qui a dodici mila anni non ne sarà più distante che di cinque gradi all'incirca: e questa stella, a cagione del suo vivo splendore, prenderà il posto della stella polare attuale.

Fra le innumerevoli stelle alcune poche sono visibili ad occhio nudo, altre non si possono vedere che coll'aiuto dei cannocchiali o dei telescopi, e diconsi perciò S. *telescopiche*. Le prime, avuto riguardo al loro splendore, furono divise in stelle di 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª grandezza, secondochè sono più o meno lucide. La parola grandezza non si riferisce, bene inteso, alle dimensioni reali delle stelle, ma corrisponde all'apparenza che risulta per noi da queste reali dimensioni, combinata colla loro distanza e col loro intrinseco splendore. Laonde una stella di 1ª grandezza può essere molto più piccola di una di 6ª grandezza, se è più vicina a noi, nel qual caso il suo splendore ci sembra più grande. La 6ª grandezza comprende le stelle più deboli fra quelle visibili ad occhio nudo. Le stelle telescopiche, comprendono altre 10 grandezze, dalla 7ª sino alla 16ª, nella quale si collocano le più deboli ed appena visibili. Il numero delle stelle comprese in ciascuno di questi ordini di grandezza aumentasi rapidamente di mano in mano che il suo grado è più elevato, perchè lo strato di una sfera è tanto più esteso quanto più è lontano dal centro, e le stelle sembrano tanto più piccole quanto più sono da noi lontane. Le sei prime grandezze ne comprendono circa 5,000; la 7ª grandezza ne comprende circa 13,000; l'8ª 40,000; la 9ª 140,000... Per non

ismarrirsi in mezzo al numero indefinito di stelle che brillano sulla volta celeste, si è avuta l'idea di dividerle in gruppi o categorie a cui si è dato il nome di *costellazioni*. Così per es. l'orsa maggiore, lo scorpione, il toro, il leone, la lira... Le stelle di una stessa costellazione si distinguono l'una dall'altra per mezzo delle lettere dell'alfabeto greco, ed esaurito questo, del latino, indi dei numeri. Secondo questa disposizione la stella più lucida di ciascuna costellazione prende la prima lettera dell'alfabeto greco α, la più lucida dopo questa β... e così di seguito. Così α del toro (Aldebaran) è la più brillante delle stelle di questa costellazione; β è quella che l'è immediatamente dopo inferiore in lucentezza e così via via. Alcune stelle poste in modo tutto particolare, per rapporto alle figure che hanno servito a definire la costellazione, hanno ricevuto alcuni nomi, i quali rammentano le loro speciali posizioni. Vi ha l'occhio del Toro, la spiga della Vergine, il cuore dello Scorpione...

Per riconoscere nel cielo la posizione delle principali costellazioni si procede nel modo seguente. Si prende come punto di partenza quella dell'Orsa maggiore altrimenti detta il *Carro,* la quale si riconosce colla massima facilità dalla disposizione delle 7 stelle brillanti che la compongono. Questa rimarchevole costellazione rimane sempre sopra il nostro orizzonte; vedesi verso il nord dove occupa diverse posizioni, ora vicina ora lontana dall'orizzonte, secondo l'ora nella quale si osserva. Le sette stelle che la compongono formano un gran quadrilatero, nel quale s'immagina figurato il corpo dell'animale, ad un angolo del quale si trova una fila di stelle che n'è come la coda, questa in altri termini è il timone del Carro. Se partendo da beta (β) si fa passare idealmente una linea per alfa (α), questa linea prolungata andrà ad incontrare una terza stella meno brillante che è la polare (α) di una costellazione di figura simile all'Orsa maggiore, ma collocata a rovescio e più piccola detta perciò *Orsa minore.* È composta di stelle di 3ª e 4ª grandezza. Quella stessa linea che ne ha guidati alla polare, essendo ancora prolungata più oltre di un'eguale quantità, giunge a

Pegaso o la *Grande Croce*, ampio quadrato formato di quattro stelle secondarie. Prima di giungervi si lascia alla destra *Cassiopea*, gruppo di stelle di 3ª e 4ª grandezza, ben riconoscibile per la sua figura ad *y* colla coda ricurva; vi si può altresì ravvisare la figura di una seggiola rovesciata. La linea che ci ha servito a determinare il luogo della polare, prolungata nel lato contrario mena alla costellazione del *Leone* gran trapezio di quattro belle stelle, delle quali due di primo ordine, *Regolo* all'ovest, la *Coda* all'est. Una linea tirata dal delta ed alfa (δ α) dell'Orsa maggiore, incontra la stella α del Cocchiere che si chiama la Capra e che è una delle più brillanti del cielo. La diagonale α χ dell'Orsa maggiore attraversando lo spazio va ad incontrare la *Spiga*, la sola stella di 1ª grandezza della costellazione della *Vergine*. La diagonale nell'altro verso δ β conduce ai Gemelli, che formano un gran quadrilatero obliquo, del quale le belle stelle *Castore* e *Polluce* occupano due angoli. Continuando la curva che descrive la coda dell'Orsa maggiore, si incontra una stella notevolissima che è *Arturo*. Con un planifero celeste e per mezzo di operazioni della stessa semplicità, si giunse a riconoscere tutte le altre costellazioni (Arago).

Le stelle si trovano, per la massima parte, collocate a grandi distanze le une dalle altre: havvene però alcune che osservate con grandi cannocchiali si mostrano composte di due stelle vicine che si confondono in modo da presentare l'apparenza di una stella unica, ove non si ricorra ad istrumenti di forte ingrandimento. Herschel si è per mezzo di ripetute osservazioni assicurato che i due corpi che formano una *stella doppia* girano l'uno intorno all'altro; Savary e Villarcean hanno da loro canto riconosciuto che il moto rivolutivo di una di queste due stelle intorno all'altra, avviene conformemente alle due prime leggi di Keplero. Oltre le stelle doppie, esistono nel cielo, in numero minore di queste, delle stelle triple, quadruple e moltiple, cioè formate dalla riunione di tre, quattro o di un maggior numero di stelle situate realmente a piccolissima distanza, e che girano le une intorno alle altre. Nella costellazione d'Orione ne esiste una

che è decomposta in un sistema di 16 stelle differenti ben distinte. La durata della loro rivoluzione l'una intorno all'altra può variare da 60 a 513 ed anche a 1200 anni.

Le stelle trovansi a distanze immense dalla terra, distanze che gli astronomi misurano per mezzo della trigonometria. Le più vicine guardate da due punti distanti l'uno dall'altro di 38 milioni di leghe (distanza media della terra dal sole) sottendono un angolo ossia hanno una parallasse annua minore di 1": le altre o non hanno parallasse oppure offrono parallassi annue estremamente piccole tanta è la loro distanza. È difficile farsi un'idea precisa delle enormi distanze a cui si trovano le stelle. La luce che ha una velocità di circa 77,000 leghe per secondo impiega più di 9 anni per giungere dalle stelle più vicine sino alla terra. Con una serie di calcoli semplici ed approssimativi si è giunti a trovare che la luce delle stelle più lontane che possono scorgersi col telescopio di Herschel di 10 piedi non debbe impiegare meno di *mille anni*, e che quelle che si scoprono col telescopio di 20 piedi debbe impiegare per lo meno 2,790 anni per giungere sino a noi. Ma al di là di queste stelle ve ne sono delle altre, e si trovano delle nebulose la cui luce debbe impiegare dei milioni d'anni per propagarsi sino a noi. E siccome l'universo non ha confini al di là di questo se ne trovano ancora delle altre la cui luce non giungerà mai sino alla terra, perchè la durata della vita terrestre è minore del tempo che la luce di quelle stelle impiega per giungere sino al luogo in cui trovasi il nostro pianeta. Nell'universo vi sono stelle già da lungo tempo morte che per noi sono ancora viventi, perchè ci continua ancora ad arrivare la loro luce, e di quelle già da gran tempo che sono nate, e che per noi non vivono ancora, perchè non ci è ancora giunta la loro luce, e forse non ci giungerà mai.

La nascita e la morte delle stelle è dimostrata dal fatto che talvolta nel cielo si vedono improvvisamente ad apparire delle nuove stelle, ed a scomparire di quelle che già esistevano. L'11 novembre 1572 una nuova stella di 1ª grandezza, fu veduta da Tirone Brahe nella costellazione boreale di

Cassiopea: in dodici mesi discese dalla 1ª alla 7ª grandezza in seguito scomparve. Nel mese di maggio 1791 scomparve la 55ª di Ercole, che Herschel vide molte volte ed in diversi anni prima di quest'epoca, e non gli venne più dato di vederla posteriormente. Le stelle vivono in generale come il nostro sole per un tempo lunghissimo, per milioni e milioni di secoli: quelle che vivono soltanto per breve tempo furono dette *temporanee*. Nel 1570 apparve nella testa del Cigno una stella di 3ª grandezza, la quale scomparve completamente, dopo avere subito delle alternative di aumento e di diminuzione, dopo circa due anni.

La luce delle stelle è generalmente bianca come quella del sole, ma ve ne sono talune che presentano una colorazione ben manifesta, per esempio, il cuore dello Scorpione, Aldebaran, sono rossastre, la *Capra* e *Altaia* sono leggermente gialle. Vi sono delle stelle il cui splendore ha variato da un' epoca più o meno lontana. Le une si sono indebolite come la stella *delta* dell'Orsa maggiore, la quale anticamente era più lucida che adesso: altre, al contrario, divennero più brillanti di quello che non erano da principio; come la stella *alfa* di Cassiopea. Nella notte del 12 maggio 1866, molti astronomi videro nella costellazione *corona borealis*, una stella più splendida di quelle di secondo ordine, che occupava la porzione del nº 2765 di Argelander, classificata da questo astronomo tra la 9ª e 10ª grandezza. Lo splendore di questa stella diminuì in seguito rapidamente, ed alla fine di maggio 1866 era ridivenuta alla 9ª grandezza. Alcune stelle mutarono colore come la stella *Sirio*, che anticamente era rossastra, mentre ora è bianca. Le mutazioni di colore e di splendore delle stelle dipendono da una variazione nell'attività chimica e fisica della materia da cui sono formate. Vi è un certo numero di stelle, il cui splendore varia periodicamente. Una delle più rimarchevoli è *Algol* ossia beta della costellazione *Perseo*, il cui splendore varia dalla seconda alla quarta grandezza, e reciprocamente. Per 2 giorni e 14 ore questa stella è di seconda grandezza, senza che il suo splendore sembri variare; dopo questo tempo comincia ad indebolirsi

e decresce sino alla quarta grandezza nello spazio di circa tre ore e mezzo, indi il suo splendore aumenta di nuovo, e dopo lo stesso tempo di tre ore e mezzo circa, ritorna alla seconda grandezza. A partire da questo punto resta invariabile per 2 giorni e 14 ore, decresce di nuovo, ritorna al suo splendore primitivo, e così in seguito. Variano anche periodicamente di splendore, ma con periodi diversi, *omicron* della costellazione della Balena, *delta* di Cefeo, *beta* della Lira, *alfa* di Ercole.... La variazione periodica di splendore delle stelle deve dipendere dai sistemi planetari che vi circolano intorno, e che di quando in quando frappongonsi fra esse medesime e la terra. Bouilland spiega la variazione di splendore in discorso supponendo che alcune stelle siano oscure in certe parti e luminose nel resto, e che rivolgano a noi, mercè il moto rotatorio da cui sono animate, ora la parte oscura ora la parte luminosa.

Le stelle si distinguono per diversi caratteri dai pianeti. Questi ultimi, osservati per alcune notti consecutive, si riconosce che si muovono e si avanzano verso l'oriente, lo che non ha luogo per le stelle. I pianeti presentano delle dimensioni misurabili, mentre le stelle osservate coi più grandi cannocchiali presentansi sotto forma di punte brillanti senza calcolabili dimensioni. Un altro carattere, il quale permette sovente di distinguere un pianeta da una stella, alla semplice vista, consiste nel fenomeno della scintillazione. D'ordinario la luce di una stella non sembra ferma, ma pare estinguersi, poscia rianimarsi all'improvviso, gettando diversi splendori colorati ora verdi ora rossi. Questa continua agitazione della luce di una stella, questo cangiamento di colore chiamasi scintillazione. Ma se si esaminano i pianeti visibili ad occhio nudo, si riconosce che scintillano meno delle stelle, che alcuni offrono appena traccie sensibili di scintillazione, e che la loro luce sembra molto più tranquilla di quella delle stelle. Il fenomeno della scintillazione dipende da modificazioni particolari che subiscono le radiazioni luminose provenienti dagli astri prima di giungere a noi, modificazioni cagionate dai corpuscoli vaganti negli spazi che trovansi tra gli astri.

CAPITOLO III

Delle nebulose e dei sistemi ad esse superiori.

Le stelle visibili gravitano, girano ed oscillano, come il nostro sole, intorno lo stesso centro, e formano individuate insieme un grande sistema astrale di forma discoidale, ossia una nebulosa. Il moto di rivoluzione delle stelle, attesa la loro enorme distanza, è invisibile nei gruppi di stelle che si muovono nelle stesse direzioni, ed esige un tempo lunghissimo per essere riconosciuto nei gruppi di stelle che si muovono in direzioni diverse. Così per es. α di Cassiopea descrive annualmente un arco di circa 3". Si comprende essere necessario un grande numero d'anni perchè simili moti alterino in modo valutabile le figure delle costellazioni di cui le stelle fanno parte. La nostra nebulosa risulta da un grandissimo numero di stelle ossia di sistemi simili al nostro sistema solare, il quale si trova ora presso il lembo meridionale dell'immensa mola. Di qui il perchè da quella parte la via lattea si vede più chiara. Herschel avendo scandagliato la nostra nebulosa in tutte le direzioni, ha riconosciuto che nella direzione della circonferenza della mola la visuale incontrava un grandissimo numero di stelle, che nella direzione perpendicolare alla mola il numero delle stelle visibili era molto più piccolo, e che nelle direzioni oblique era minore che nel primo caso e maggiore che nel secondo, e ne ha potuto, con ciò, dedurre le dimensioni rettilinee corrispondenti. Secondo il quadro che egli ha dato di tali dimensioni, si vede che senza essere uscito dai termini delle osservazioni dirette, la nebulosa si trova cento volte più estesa in una dimensione che nell'altra. Egli si è giovato di questi numeri per dare una sezione ed anche una figura, in tre dimensioni, della vasta nebulosa nella quale il sistema solare è indivi-

duato, della nebulosa di cui il nostro sole figura come una meschina stella, e la terra come un impercettibile granello di polvere. E per mostrare che queste espressioni non hanno nulla di esagerato, rammentiamoci che la luce percorre 77,000 leghe per secondo. Or bene, per andare da un punto all'altro della nostra nebulosa, si è dimostrato che la luce vi impiegherebbe 60 anni! Ma la nostra nebulosa non è che una delle innumerevoli nebulose che sono sparse nello spazio, e forse non è la più vasta. « Egli è più consentaneo a ragione, scrive Arago, di credere che, se le altre nebulose sparse pei cieli sono cotanto piccole comparativamente alla nostra, ciò deriva dall' essere le medesime poste a distanze incomparabilmente più grandi e poi perchè noi ci troviamo nell'interno della nebulosa a cui apparteniamo. Vi sono delle nebulose che sottendono un angolo di 16°. La luce non le attraverserebbe in meno di un migliaio d'anni! Esse potrebbero essere estinte o distrutte, senza che noi cessassimo di vederle, tanto è grande la distanza che ne disgiunge! Comunque spaventevole sia per la nostra immaginazione la immensità di tali spazi, guardiamoci dal credere di essere giunti agli ultimi limiti dell' universo; come se non vi fosse nulla di là da ciò che i nostri sensi ed i nostri stromenti possono farci distinguere: giacchè chi oserebbe di dire che con stromento ancora più perfetto, noi non discopriamo degli astri novelli, dei nuovi mondi? » Chi oserebbe dire, aggiungerò io, che al di là dei mondi delle nebulose che vediamo non vi siano altri mondi, altre nebulose che non vedremo mai? Perchè la loro luce si estingue, stante l'immensa lontananza, prima di giungere sino a noi, oppure quando vi giungerà, il nostro sistema sarà già morto, tanto è il tempo che impiega per giungervi!

Le nebulose, giusta le osservazioni di Herschel, sono in generale disposte a strati. In mezzo ad uno di siffatti strati, Herschel vide, nel breve intervallo di 36 minuti, 32 nebulose perfettamente distinte. Gli spazi che precedono e che seguono le nebulose contengono generalmente ben poche stelle. Gli spazi più poveri di stelle sono in generale vicini alle ne-

bulose più ricche. Secondo le osservazioni dell'astronomo Leverrier, le nebulose, oltre i moti particolari dei sistemi stellari da cui sono formate, sono animate di un moto loro proprio comune a tutti i sistemi che formano la stessa nebulosa. Anche ciascun strato di nebulose debbe essere animato di un moto proprio, e così dicasi degli altri maggiori sistemi. Risulta quindi che più sistemi stellari individuati insieme costituiscono una nebulosa di forma per lo più circolare; più nebulose individuate insieme costituiscono un sistema maggiore consistente in un immenso strato, più strati di nebulose individuate insieme costituiscono un altro sistema più grande, e così di seguito fino all'infinito, essendochè la materia eterea, in cui si agita la materia condensata in mondi, è continua ed infinita.

Oltre le nebulose stellari cioè risultanti dall'individuazione di più stelle, si distinguono ancora le nebulose *non risolubili*, le quali osservate coi più grandi cannocchiali e telescopi non mostransi formate di stelle isolate ma bensì di una materia diffusa e continua. Le nebulose non risolubili debbono consistere in grandi ammassi di materia atomica in via di organarsi in nuovi mondi, oppure in via di disorganarsi, di sformare e decomporre dei mondi che esistevano.

Le stelle risultano, come il sole, di specie atomiche per la massima parte, simili a quelle che formano il nostro pianeta. L'esistenza di tale o tale corpo nell'atmosfera di una stella, si stabilisce con più o meno grande probabilità; secondo il numero delle righe brillanti di quel corpo, che coincidono esattamente con delle righe oscure ben determinate dello spettro della stella. Huggins e Miller, paragonando gli spettri dei corpi terrestri con quello di Aldebaran (α del Tauro), hanno trovato che questa stella contiene: idrogeno, sodio, magnesio, calcio, ferro, bismuto, tellurio, antimonio, mercurio, azoto, stagno, cobalto, piombo, cadmio, bario, litio, più parecchie altre specie atomiche che non esistono sulla terra. Il P. Secchi, il quale fece l'analisi spettrale di più centinaia di stelle, ha riconosciuto fra i loro spettri *quattro tipi* ben distinti. Il primo tipo, che è quello in cui

rientrano la più parte delle stelle, è rappresentato dallo spettro di Sirio o di α della Lira: esso consiste in uno spettro continuo senza bende d'assorbimento, offrente solo una quantità innumerevole di righe scure assai fine ed egualmente ripartite, a lato delle quali se ne distinguono alcune molto più marcate. Fra queste ultime trovansi la riga D del sodio e molte righe dell'idrogeno il quale sembra godere un ufficio predominante nell'atmosfera di quelle stelle. Il secondo tipo comprende le stelle a luce gialla, per es. Arturo. Lo spettro di queste stelle, come quello del nostro sole, è intieramente sprovveduto di bende oscure, ma presenta un maggior numero di righe nere nel rosso, verde, blo e violetto che nel giallo. Il terzo tipo è quello delle stelle rosse, per es. α d'Ercole, β di Pegaso, α d'Orione. Lo spettro di queste stelle presenta l'aspetto di una serie di colonne sovrapposte ed illuminate a lato. Non hanno punto la riga F caratteristica dell'idrogeno: la riga del sodio è notevolmente allargata, locchè sembra indicare un'atmosfera molto assorbente. Il quarto tipo contiene delle stelle della sesta grandezza ed al disotto, i cui spettri presentano tre bende luminose gialle, verdi e turchine, separate da spazi oscuri. Dal lato del violetto queste bende passano bruscamente da un massimo di splendore ad una oscurità quasi assoluta, dal lato del rosso variano lentamente degradandosi, il contrario di ciò che ha luogo nello spettro delle stelle del terzo tipo, nel quale è la benda oscura che va degradando e rischiarandosi dal lato del rosso. Gli spettri di quest'ultimo tipo si avvicinano a quello del carbone. Il P. Secchi ha trovato che generalmente le stelle dello stesso tipo sono aggruppate insieme in una medesima porzione od in porzioni vicine del cielo. Risulta quindi che le stelle devono avere una costituzione fisica simile a quella del nostro sole, da cui non differiscono che per la natura di alcune specie atomiche, chimiche e fisiche.

Le nebulose risolubili danno uno spettro continuo a righe oscure analogo a quelle delle stelle; le nebulose non risolubili danno degli spettri composti di una, due o tre, alcune

volte quattro righe luminose. La più lucente appartiene all'azoto e si mostra alcune volte sola (nebulosa anellare della Lira), ma è nella più parte delle nebulose accompagnata dalla riga verde dell'idrogeno. La terza riga luminosa delle nebulose non sembra avere delle corrispondenti fra le righe delle diverse specie atomiche conosciute, è assai vicina ad una delle righe del bario, senza però coincidervi. Lo stesso dicasi della quarta riga luminosa. Le nebulose risolubili sono dunque formate di stelle che hanno una costituzione simile a quella del sole; mentre quelle non risolubili debbono essere formate di immensi ammassi di materia atomica che tende ad ordinarsi in molecole e successivamente in sistemi di più in più grandi. Le nebulose risolubili risultano da più mondi pienamente formati; le nebulose non risolubili risultano da mondi in via di formazione od anche in via di sformazione. La materia presenta nelle diverse regioni dello spazio tutti i gradi e modi di condensazione, e si muove in ogni specie di direzione. Dove la materia è semplicemente condensata in atomi od in molecole; dove è condensata in astri od in esseri maggiori... Qua le molecole sono molto rarefatte e poste a grandi distanze, là sono meno dilatate e poste a distanze minori; dove la materia è in via di progresso e si sviluppa ed ordina in sistemi di più in più armonici; dove è in via di regresso e decompone gli esseri per generarne degli altri più ordinati ed armonici. Oh! ammirabile economia della Natura! con un solo ente, uno in essenza e trino in potenza, seguendo un solo principio, un solo tipo, il principio di individuazione, ossia la riduzione del molteplice all'uno per mezzo della religione e della ragione, ed una sola legge, la legge delle aree ordinate ed armoniche, crea in ogni tempo un numero infinito di individui, che sono ad un tempo finiti ed infiniti, identici e diversi, particolari ed universali, unità e pluralità. « La creazione, scrive l'insigne astronomo Secchi, si ingrandisce a misura che s'accrescono i mezzi per esplorarla, e dessa ha per unica misura la gloria del suo divino Autore, il quale sin da principio ha impresso il moto a quei innumerevoli

corpi. Possano i nostri sensi ed il nostro spirito godere sempre più della conoscenza delle sue opere meravigliose... finchè giungeremo infine a contemplare la gloria dell'Eterno, laddove non solo comanda, ma regna, laddove è la sua città e la sua alta magione ».

FINE DELLA SECONDA PARTE.

PARTE TERZA

CAPITOLO I.

Degli esseri poliorganici in generale
ed in particolare degli esseri vegetabili.

Negli esseri poliorganici i centri, le forze molecolari sono ordinate e composte in centri, in risultati maggiori che costituiscono la così detta *forza vitale*. Questi esseri, stante i particolari centri di attività, e le corrispondenti radiazioni, da cui sono animati, hanno una vita molto complessa e presentano dei caratteri loro proprii che servono a distinguerli dagli altri esseri. Gli esseri poliorganici, tranne gli individui che hanno incominciato la serie, sono stati generati da altri esseri simili, ed hanno quindi la virtù di riprodursi: gli esseri molecolari ed astronomici sono stati generati da esseri diversi e non si riproducono. Gli esseri poliorganici sono edifizi in continuo stato di costruzione, ed i lavori che per tale uopo eseguiscono, costituiscono le funzioni dette di nutrizione: essi vivono in quanto si nutrono. Gli esseri molecolari ed astronomici sono edifizii formati: essi quindi non si nutrono: negli esseri poliorganici, oltre le parti che entrano per concorrere alla loro costruzione e di quelle che escono come residui inutili di costruzione o come prodotti di demolizione, distinguonsi le parti solide che gravitano ed oscillano, le parti liquide che gravitano, girano ed oscillano intorno i rispettivi centri. Negli esseri molecolari ed astronomici tutte le parti gravitano, girano ed oscillano intorno ai rispettivi centri. Gli esseri poliorganici hanno una vita estremamente breve relativamente a quella degli altri esseri.

La materia, morti che siano gli esseri poliorganici, non essendo più animata dalla forza vitale sotto la cui direzione ne ha costrutto i loro organismi, acquista un' attitudine opposta e si converte a poco a poco nelle forme semplici che aveva prima di prendere parte alla costruzione degli edifizi poliorganici. I lavori di demolizione che per raggiungere un tale scopo compie la materia sono conosciuti sotto i nomi di combustione, eremacausio, fermentazione. In virtù della combustione ossia della rapida combinazione dell'ossigeno dell'aria con gli elementi combustibili dei corpi organici formasi acqua, acido carbonico ed altri prodotti gassosi che si diffondono nell'atmosfera e dei composti fissi che rimangono per residuo e costituiscono la cenere, e per tale trasformazione la materia si contrae chimicamente e sviluppa della forza viva in forma di fuoco ossia di luce e di calore. Ciò avviene ogniqualvolta si brucia della legna od altro analogo combustibile. La quantità di forza viva, di fuoco che si sviluppa nella combustione ossia nella conversione dei corpi organici in corpi minerali è uguale alla quantità della stessa forza che le piante hanno assorbito dal sole e dalla terra nel trasformare i corpi minerali in corpi organici. Per mezzo dell'eremacausio ossia della lenta combinazione dell'ossigeno cogli elementi combustibili, i corpi organici si convertono in definitivo, dopo un tempo assai lungo, negli stessi prodotti minerali che nella combustione, ma prima di giungere completamente a questo scopo finale, generano parecchie sostanze organiche intermedie tra lo stato organico primitivo e lo stato minerale. Il legno umido ed altre sostanze di analoga composizione si combinano lentamente con l'ossigeno dell'aria e si convertono in CO^2, H^2O, NH^3, che si separano, ed in corpi di più in più ricchi di carbonio che rimangono per residuo. CO^2 deriva dalla combinazione dell'ossigeno dell'aria col carbonio dei corpi organici; H^2O ed NH^3 provengono per la massima parte dalla combinazione dell'ossigeno e dell'azoto proprii dei corpi organici con l'idrogeno; egli è la forza viva che sviluppa la combinazione di O con C che eccita O ed N facienti parte dei corpi organici a separarsi

sotto forma di H^2O e di NH^3. Per mezzo dell'eremacausio le piante delle vegetazioni trapassate si sono convertite e continuano tuttora a convertirsi in sostanze minerali ed in torba, lignite, litantrace ed in altri combustibili più ricchi di carbonio, i concimi organici si convertono in CO^2, H^2O, NH^3, ed in altri composti minerali capaci di nutrire le piante, ossia di concorrere alla costruzione dei loro organismi.

La fermentazione è l'atto in cui i corpi organici si disgregano e si convertono in sostanze di composizione meno complessa sotto l'influenza di particolari agenti detti fermenti. I fermenti che coi loro moti particolari determinano i corpi organici a trasformarsi consistono ora in sostanze organiche molto complesse, come la sinaptasi che coll'intervento dell'acqua induce l'amigdalina

$$(C^{20}H^{27}NO^{11} + 2H^2O = 2C^6H^{12}O^6 + C^7H^6O + HCN)$$

a convertirsi in glucosio, aldeide benzoica ed acido prussico; la salicina ($C^{13}H^{18}O^7 + H^2O = C^7H^8O^2 + C^6H^{12}O^6$) a sdoppiarsi in saligenina ed in glucosio; la diastasi che col concorso dell'acqua induce l'amido a disgregarsi ed a convertirsi in desterina e successivamente in glucosio...., ma i veri fermenti, ossia gli eccitatori delle fermentazioni propriamente dette consisterebbero in piccolissimi esseri vegetabili od animali. I fermenti poliorganici giusta le sperienze ed il modo di vedere di alcuni naturalisti, sarebbero generati da particolari germi organizzati esistenti nell'aria, e non potrebbero nascere senza di essi. L'urina, il sangue, il mosto d'uva ed altri analoghi liquori non fermentano se si escludono i germi con chiudere i vasi in cui sono contenuti, dopo averli fatti bollire onde uccidere i germi che già potevano ritenere, per mezzo di cotone cardato o di amianto, o per mezzo di tubi tortuosi, i quali tappi lasciano passare l'aria e non i germi, siccome quelli che consistono in piccolissimi corpicciuoli solidi organizzati considerati da alcuni come spore od ovoli e da altri come dei microzimi. La natura non va incatenata nè ai nostri pensieri nè a poche sperienze di gabinetto: se nelle condizioni in cui Pasteur ed altri panspermisti si sono collocati, i detti liquori non fermentano senza

i germi atmosferici, in altre condizioni potrebbero generare direttamente i fermenti e fermentare. La logica di deduzione non contiene alcun principio, alcuna premessa dalla quale derivi la necessità dei germi atmosferici per eccitare la fermentazione. Humboldt, Kützing ed altri non meno celebri naturalisti hanno sostenuto che la fermentazione poteva effettuarsi, che i fermenti potevano nascere senza germi, ed una tale opinione è stata per mezzo di rigorose sperienze dimostrata da molti scienziati. Meunier si è accertato che le sostanze fermentescibili (urina, brodo, bile...) fatte bollire in palloni a collo ricurvo e quindi abbandonate a loro stesse ora fermentano, ora non fermentano a seconda della natura delle sostanze ed a seconda delle condizioni in cui sono collocate. Donné, Bechamp hanno riconosciuto che le ova possono fermentare senza il concorso di alcuni germi. Trecul si è assicurato che le cellule dei lieviti possono nascere nel mosto di birra, senza semi di spore o di cellule, ed eccitare in condizioni favorevoli la fermentazione. Fremy fece bollire del latte e del mosto d'orzo in palloni a collo ricurvo che non lasciano penetrare i germi dell'aria, ed i liquori abbandonati a loro stessi dopo un certo tempo fermentarono. Nei frutti, nelle foglie conservate in un'atmosfera di CO^2 la fermentazione alcolica ha luogo dentro le cellule, nelle quali non possono penetrare i germi dell'aria. Non è dunque sempre necessario il concorso dei germi dell'aria per eccitare la fermentazione, in certe condizioni il movimento fermentativo può prodursi senza di loro, sia che un tale movimento di demolizione venga iniziato dalla diretta formazione e successivo sviluppo dei germi, o da qualche particolare trasformazione chimica. Il mosto d'uva feltrato, secondo le sperienze dello stesso Pasteur, dà nascenza al lievito, il quale appare tutto in un tratto con la sua grossezza e non con tutte le grandezze intermedie tra il punto visibile e la dimensione delle gemme distaccate dalle cellule. Questo fatto dimostra che il lievito venne direttamente generato per l'istantanea cospirazione ed ordinamento di più molecole organiche intorno ad un punto, perchè se fosse stato generato dallo svi-

luppo di un germe materiale avrebbe dovuto percorrere tutti i stati intermedii esistenti tra la grandezza del germe e quella del lievito.

Distinguonsi, a seconda dei principali prodotti che si formano, diverse specie di fermentazione. La fermentazione alcolica in virtù della quale il glucosio $C^6H^{12}O^6$ si converte soprattutto in alcole etilico $2C^2H^6O$ ed in $2CO^2$. Egli è in virtù di questa fermentazione che il mosto d'uva si cangia in vino, il mosto d'orzo in birra, il sugo delle mele in sidro... La fermentazione acetica in virtù della quale l'alcole C^2H^6O assorbe O^2 e si trasforma in acido acetico $C^2H^4O^2$ ed in H^2O. Egli è per questa fermentazione che il vino si converte in aceto. La fermentazione lattica in forza della quale lo zucchero di latte $C^{12}H^{24}O^{12}$ si scinde in quattro molecole d'acido lattico $4C^3H^6O^3$. L'inacidimento del latte è dovuto ad una tale fermentazione. La fermentazione butirica in virtù della quale due molecole d'acido lattico $2C^3H^6O^3$ si convertono in una molecola d'acido butirico $C^4O^8O^2$, due molecole d'anidride carbonica $2CO^2$ ed in due molecole d'idrogeno $2H^2$. La fermentazione putrida o putrefazione per la quale le materie organiche di composizione assai complicata e soprattutto quelle albuminoidi si trasformano in prodotti di odore fetido... I prodotti organici che si producono in questa e nelle altre fermentazioni per una progressiva metamorfosi, finiscono poi per convertirsi in corpi minerali; se non sono azotati in CO^2 ed in H^2O, se sono azotati in CO^2, H^2O, ed NH^3; se contengono del solfo, del fosforo generano ancora H^2S ed H^3P.

Nella fermentazione, oltre i prodotti organici principali che servono a stabilirne la specie, formansi ancora altri prodotti: così per es. nella F. alcolica del mosto d'uva, oltre C^2H^6O, e CO^2 formasi della glicerina, dell'acido succinico, dell'etere enantico ed altri eteri composti da cui dipende soprattutto l'odore ed il sapore del vino. Nella fermentazione acetica si forma anche dell'etere acetico; la F. lattica è quasi sempre preceduta od accompagnata dalla produzione di una particolare sostanza vischiosa... Inoltre nei corpi in istato di fermentazione vivono e si sviluppano delle muffe ed altri piccolissimi

esseri organizzati appartenenti al regno vegetale ed al regno animale, e che sono diversi nelle differenti fermentazioni e costituiscono i così detti *fermenti*. Nella fermentazione del mosto d'orzo il fermento ossia il lievito è una pianta agama chiamata ***mycoderma cervisiae;*** in quella del mosto d'uva è una pianta agama chiamata ***mycoderma vini;*** nella F. acetica il fermento consiste in un'altra specie di micoderma, detta M. od ***ulvina aceti.*** Il fermento lattico è una pianta che somiglia al micoderma dell'aceto. Nella F. butirica il fermento è un piccolissimo animale (vibrione) che vive fuori dell'aria, e muore se giunge in contatto della medesima. Nella F. putrida consiste in vibrioni che vivono fuori dell'aria ed in batteri che hanno una respirazione aerea. Gli animali, dopo la morte, cadono in putrefazione; alla superficie dei loro cadaveri nascono e si svolgono i batteri, e nelle loro parti interne i vibrioni. I fermenti organizzati non si sviluppano se non trovano un alimento opportuno. Tutte le sostanze albuminoidi (latte, sangue, carne...) possono fornire loro i materiali nutritivi di cui abbisognano. Possono adempire allo stesso ufficio i fosfati ed i sali ammoniacali adoperati nel tempo stesso. In tale caso i fermenti organizzati attingono l'azoto dall'ammoniaca, il carbonio dalla materia fermentescibile, l'idrogeno e l'ossigeno dall'acqua, e le materie saline dai fosfati alcalini e terrosi.

Ma le fermentazioni sono proprio dei fenomeni fisiologici che dipendono dall'organizzazione e dallo sviluppo di piccoli esseri poliorganici? I fermenti organizzati sono realmente le cagioni che eccitano le materie fermentescibili a decomporsi? La causa che, nella F. vinosa, determina il glucosio a convertirsi in alcole ed in acido carbonico è realmente il *mycoderma vini?* La causa che, nella F. acetica, induce l'alcole ad ossidarsi ed a convertirsi in H^2O ed in acido acetico è proprio il *mycoderma aceti?...* I fermenti, oltre la forza vitale, essendo animati di forze chimiche, e di forze fisiche, non si può *a priori* decidere se siano o no gli agenti che decompongono le materie fermentescibili; la quistione va quindi risolta col lume della ragione e dell'intuito, e coll'osservazione.

Quattro sono le opinioni emesse per spiegare la fermentazione in generale e soprattutto la fermentazione alcolica. 1° La teoria fisiologica che ne fa una conseguenza della vita delle cellule del lievito di birra ed un risultato del funzionare di questo organismo. 2° La teoria che, localizzando il potere distruttore della sostanza fermentescibile, lo attribuisce al liquido che contengono le cellule del lievito e che desse lascierebbero trasudare. 3° La teoria di Berzelius che vede nella fermentazione una delle applicazioni della forza catalitica, cioè un'azione di contatto. 4° La teoria di Liebig, che la considera come una decomposizione chimica prodotta per influenza, nel momento in cui il fermento si infracidisce. Dumas, nelle sue recenti ricerche sulla fermentazione alcolica, scopre dei fatti contrarii alle due ultime teorie, e di quelli che sono favorevoli alla teoria fisiologica. All'opinione di Liebig oppone i fatti seguenti: « alcun movimento chimico eccitato in un liquore zuccherato non parve capace d'indurre la conversione dello zucchero in alcole ed acido carbonico. I movimenti prodotti dalla stessa fermentazione non sono trasmessi a distanza sensibile, nè attraverso d'un liquido qualunque acquoso, oleaginoso o metallico, nè attraverso le più sottili membrane, e non passano neppure da uno strato all'altro di due liquidi sovrapposti. In quanto all'opinione di Berzelius essa sarebbe contraddetta dal fatto che, in un gran numero di casi e sotto l'influenza di certi sali, il lievito, lo zucchero e l'acqua possono restare in presenza, senza che abbia luogo fermentazione, quantunque lo zucchero sia stato dapprima intervertito dal lievito, come nei casi ordinarii. In favore della teoria fisiologica, Dumas adduce che gli acidi, le basi, i sali, esercitano un'azione acceleratrice, ritardatrice, perturbatrice o distruttrice in quanto attivano, rallentano, perturbano o distruggono la vita del fermento. Allorchè la fermentazione è, per esempio, attivata dall'intervento del tartrato acido di potassa, le cellule del lievito sono nette, ben circoscritte, riempite di una sostanza plastica contenente dei corpuscoli brillanti assai mobili, ed emettono delle numerose gemme: la fermentazione è dessa languente, ciò che

arriva sotto l'influenza dei sali di ferro, di manganese... le cellule sembrano contratte, bernocolute, raggrinzate, senza gemme recenti: la fermentazione è nulla, come con il cianuro potassico, le pareti delle cellule sono assottigliate, il loro interno è diffuso, non si sviluppano nè punti brillanti, nè gemme... Siccome il lievito di birra oltre la virtù di indurre il glucosio a subire la fermentazione alcolica, ha ancora quella di convertire lo zucchero di canna, così vi sono sostanze come KCy, K^2S che tolgono al lievito ambedue le virtù, e di quelle come NaCh, $NaNO^3$, le quali gli tolgono solo la virtù di eccitare la fermentazione alcolica e non l'altra. L'illustre chimico francese conchiude la sua memoria dichiarando « che considera oggigiorno la fermentazione alcolica come un fatto chimico suscettivo di misura e di modificazione per le forze e gli agenti chimici, strettamente dipendente dalla presenza delle funzioni fisiologiche o con altre parole dalla vita delle cellule del lievito. La fermentazione alcolica è proporzionale alla quantità di zucchero contenuta nel liquido: il suo procedere è più lento nell'oscurità, ed anche più lento nel vacuo ».

La definizione che Dumas ha dato della fermentazione va sviluppata e completata: bisogna cercare in che modo i fermenti operano sulla materia fermentescibile e questa sui fermenti. La vita dei fermenti come quella degli altri esseri è l'armonia di più movimenti diversi a seconda della forma e struttura degli esseri: sono quindi i particolari movimenti dei fermenti o dei prodotti delle loro secrezioni che eccitano la materia fermentescibile a decomporsi. Alcuni naturalisti considerando che la germinazione dell'orzo produce la diastasi dotata della virtù di convertire l'amido in destrina e quindi in glucosio, che l'apparecchio digerente degli animali produce la pancreatina che ha la facoltà di sdoppiare i grassi in glicerina ed acidi grassi.... ammettono che i fermenti preparano e secernono i materiali eccitativi della fermentazione. In quest'opinione il fermento sarebbe la causa remota, ed i materiali che elimina la causa prossima della fermentazione. Comunque sia è il contatto ed il movimento del fer-

mento o dei materiali da esso preparati che eccita le materie fermentescibili a decomporsi. Questa definizione ha il vantaggio di comprendere tutte le fermentazioni, e di mettere le teorie di Berzelius e di Liebig d'accordo con la teoria fisiologica, e la differenza si ridurrebbe sulla natura del corpo che col suo moto urta le molecole e le eccita a trasformarsi. Ma siccome all'azione è sempre opposta la reazione così le materie fermentescibili debbono a loro turno reagire sui fermenti. Io penso che il calore e l'elettrico svolti dalle materie fermentescibili nell'atto che si decompongono concorrano a mantenere la vita dei fermenti, dimodochè la fermentazione costituirebbe un ciclo, una curva chiusa in cui il fermento determina le materie fermentescibili a trasformarsi, e le materie fermentescibili trasformandosi servono a mantenere la vita dei fermenti. Questo ciclo dura finchè vi sono delle materie fermentescibili: la scintilla che lo accende risiede nelle ragioni estrinseche, le quali provocano la nascita e lo sviluppo dei fermenti. Nella massima parte dei casi i germi dei fermenti vengono dal di fuori; in alcuni casi possono venire direttamente generati al di dentro, ed a provocare una tale generazione, possono in certe circostanze concorrere delle dirette ossidazioni od altre analoghe trasformazioni chimiche.

Intanto siccome ogni cosa avviene come comandano le condizioni ossia le radiazioni eteree così lo stesso corpo può generare fermentando dei prodotti diversi a seconda delle condizioni in cui è collocato. Si comprende quindi il perchè il latte, per es., possa ora subire la fermentazione lattica, ora la F. alcolica, ora la F. acetica... I prodotti intermedii che i composti organici fermentando generano prima di giungere ai prodotti minerali finali, CO^2, H^2O, NH^3, H^2S... variano dunque col variare delle condizioni. La fermentazione è un movimento di demolizione, è un movimento discendente in cui edifizii complessi vengono convertiti in edifizii di più in più semplici, in cui gli elementi atomici vengono individuati in forme molecolari semplici capaci di nuovamente servire d'alimento alle piante, e quindi d'incominciare un movi-

mento di costruzione, un movimento ascensionale e fabbricare delle molecole, degli edifizii di più in più complessi. La fermentazione è dunque un atto opposto alla vegetazione. Senza la fermentazione la vegetazione si ridurrebbe a minime proporzioni o si arresterebbe per deficienza delle materie prime, imperocchè i materiali organici che passano alternativamente dal regno vegetabile al regno animale, e che da questi ritornano al regno minerale, sono in quantità molto limitata e sarebbero ben presto esauriti, e la superficie terrestre offrirebbe il lugubre spettacolo di un'infinità di cadaveri di animali e di piante ammucchiati insieme, ed appartenenti tanto alle generazioni attuali, quanto a quelle degli esseri che furono abitatori del globo nelle epoche passate. La fermentazione come pure la combustione adempiono dunque un ufficio importantissimo nell'economia generale della natura: senza queste trasformazioni il ciclo che descrivono gli esseri dei due regni vegetabile ed animale sarebbe contrariato nel suo sviluppo.

Il regno vegetabile come pure quello animale consistono in una serie di esseri di più in più complessi; a partire da quelli formati di una o di poche cellule si ascende per gradi a quelli che offrono una struttura complicatissima. Nella genesi, nella costruzione degli esseri poliorganici, le parti piccole si aggregano e si individuano in parti successivamente più grandi. Più molecole fisiche ordinate insieme formano le così dette granulazioni molecolari o microzimi; più microzimi individuati insieme generano cellule, fibre o vasi di forme diverse. Le cellule, le fibre ed i vasi diversamente ordinati ed individuati tra di loro generano piante od animali diversi. Le cellule, le fibre ed i vasi, sono gli organi, gli operai elementari delle piante e degli animali: questi organi constano di organi fisici; gli organi fisici d'organi chimici; gli organi chimici d'organi atomici ossia d'atomi. Le specie di operai atomici, d'atomi che formano parte principale degli esseri poliorganici sono il carbonio, l'idrogeno, l'ossigeno e l'azoto: entrano in piccola quantità gli atomi di solfo, fosforo, cloro, silicio, potassio, sodio, calcio, alu-

minio, ferro e di manganese in quantità estremamente piccole, vi si trovano talvolta il iodo, il bromo... Gli organi chimici i più abbondanti negli esseri poliorganici sono, fra i minerali, il fosfato di calce, il solfato ed il carbonato di calce, la silice, il silicato di potassa, i cloruri di sodio, di potassio; il fluoruro di calcio; gli ossidi d'aluminio, di ferro e di manganese; fra quelli detti organici, la cellulosa, l'amido, la desterina, lo zucchero, la margarina, l'oleina, la stearina, l'albumina, la fibrina, la caseina, l'aleurone, l'osseina, la clorofilla... Gli indicati e pochi altri organi chimici individuati in diverso modo generano un numero indefinito di organi fisici, dai quali nascono poi gli organi elementari degli esseri detti organizzati. Mentre negli esseri minerali agiscono solo tre ordini d'operai, cioè gli operai atomici, chimici e fisici, negli esseri organizzati agiscono ancora altri operai d'ordine superiore, e la loro vita è l'effetto dell'azione di tutti gli ordini d'operai da cui risultano costituiti, e quindi molto più complessa di quella dei minerali.

Gli esseri organizzati sono generati da altri individui simili, tranne quelli che incominciarono la catena delle specie che furono direttamente generati dalla terra. Mentre vivono progenerano dei germi capaci di riprodurre altri individui simili e di perpetuare la loro specie. L'ovolo è il più generale agente di riproduzione sì delle piante che degli animali.

Dall'ovolo nelle piante derivano i semi e le spore, di cui i primi servono soprattutto alla riproduzione delle piante cotiledinee, e le seconde delle piante acotiledonee. I semi contengono l'embrione ossia la pianticina in miniatura accompagnata da corpi (massa cotiledinare, albume) capaci di fornirle il primitivo nodrimento; il tutto circondato all'esterno da particolari invogli. L'embrione si compone di un asse che finisce inferiormente nella radichetta e porta superiormente un piccolo nodo detto gemmetta. I semi eccitati da ragioni propizie germogliano e si sviluppano in una nuova pianta simile a quella da cui furono generati. Nell'evoluzione degli esseri organizzati, lo stato presente è un effetto dello stato precedente e causa dello stato susseguente. Allo stato

di ovo succede lo stato di seme, allo stato di seme succede lo stato di germinazione, allo stato di germinazione succede lo stato di vegetazione. . . Nel seme le forze vitali ossia le risultanti superiori a quelle molecolari sono allo stato di equilibrio quasi perfetto: le molecole fisiche si limitano a gravitare intorno al centro delle rispettive cellule, le cellule gravitano semplicemente intorno al centro immediatamente superiore... Questo stato d'equilibrio delle forze vitali, sotto l'influenza di opportune condizioni, si converte in uno stato di movimento oscillatorio, cagionato da che le risultanti vitali ora fanno allontanare ora fanno avvicinare le masse ai rispettivi centri di gravitazione, i quali diventano perciò centri di gravitazione e di oscillazione, e queste azioni oscillatorie sono poi cagione di altre specie di movimenti. Incomincia allora nel seme il periodo di germinazione. Tagliando diffatti dei semi in corso di germinazione si vede che nel loro interno sono animati di particolari moti oscillatorii, che non si osservano in quelli che non germogliano.

L'aria, l'acqua ed una certa temperatura sono condizioni necessarie alla germinazione ossia a svegliare la vita dell'embrione. L'aria eccita la germinazione in quanto il suo ossigeno si combina con porzione di carbonio delle materie amilacee e di quelle grasse e lo elimina in forma di CO^2 trasformando le dette materie in altre solubili nell' acqua con sviluppo di calore. Quando l'aria è in quantità sufficiente il volume di CO^2 che i semi sviluppano è in generale eguale al volume del gaz ossigeno assorbito, locchè dimostra che tutto l'ossigeno viene destinato a produrre CO^2, perchè un volume di O produce un volume di CO^2 pari al suo. Le sostanze proteiche (albuminoidi) della pluralità dei semi si convertono parzialmente in diastasi, sostanza azotata che ha la virtù di convertire l'amido in desterina e quindi in glucosio. L'acqua penetra per endosmosi e per capillarità nell'interno dei semi, ne rammollisce gli involucri, fa gonfiare il mandorlo, e forma, sciogliendo la destrina, lo zucchero, l'albumina, l'aleurone... un liquido plasmatico, un protoplasma che serve a nutrire l'embrione. Il calorico eccita la germi-

nazione sia determinando le sostanze a trasformarsi in corpi atti a nutrire l'embrione, sia svegliando in questo delle correnti elettriche, e dei moti di contrazione e di espansione, in virtù dei quali l'embrione assorbe i materiali nutritivi e quindi li assimila e cresce.

Alcuni botanici, fra i quali il celebre Alfonso Decandolle, partendo dalla legge fisica che *ogni movimento ha per causa un movimento* o più rigorosamente un'*azione anteriore, che continua ad agire della stessa maniera o che si trasforma,* hanno supposto che nell'atto della germinazione i moti fisici e chimici risultanti dall' azione dell' aria, acqua e calorico sopra i semi si trasformino in moti vitali. Giova osservare: 1° che i moti sono effetti e non possono quindi trasformarsi in altri effetti; 2° che ciò che si trasforma sono le cause; 3° che oltre le azioni, le cause che producono moti reali si distinguono ancora quelle che, equilibrandosi mutuamente, producono moti virtuali. Ciò posto, nell'atto della germinazione i moti fisici e chimici non si trasformano in moti vitali, ma sono delle condizioni, delle ragioni che determinano le azioni vitali equilibrate a produrre dei moti reali cioè dei moti di contrazione e di espansione, facendo sì che ora prevalga l' azione centripeta ora la centrifuga. Le diverse forze, i diversi operai nell'edificare la nuova pianta eseguiscono, obbedendo alla ragione universale, il piano che esiste virtualmente nell'embrione. Tra gli operai che fabbricano un edifizio, una macchina artificiale, e quelli che fabbricano un edifizio, una macchina naturale passa questa grande differenza che i primi non fanno che disporre ed ordinare i materiali di costruzione, mentre i secondi, essendo inseparabili dai materiali di costruzione, dopo averli convenientemente disposti vi restano attaccati ed imprimono ad essi dei moti proprii: ciò posto, i materiali che formano gli edifizi, le macchine artificiali, fatta astrazione dai moti molecolari, non sono animati di moti proprii, mentre quelli che formano gli edifizi e le macchine naturali sono animati di moti loro proprii. Come sarebbe cosa superflua il descrivere il modo con cui gli operai si muovono e si dispongono per eseguire

i piani degli ingegneri, così sarebbe cosa oltremodo noiosa l'esporre il modo con cui le differenti specie d'operai si muovono e si dispongono per fabbricare le piante, giacchè possono essere indotti dalla ragione universale ad ottenere lo stesso scopo seguendo vie diverse, incominciando ora dal centro, ora dalla periferia, ora a destra ora a sinistra.... Così per es. le cellule possono essere direttamente generate dal protoplasma oppure da altre cellule. L'osservazione c'insegna che nel primo caso ora prende prima origine il nucleo detto *citoblasto*, attorno al quale si forma poi la membrana; ora nasce prima la membrana esterna e poi il nucleo centrale: e che nel secondo caso, ora le cellule nuove si formano per tramezzamento di cellule vecchie, ciascuna delle quali si divide in due, tre, quattro parti e genera un eguale numero di cellule; ora le cellule nuove si formano liberamente dentro la cellula madre. Lo stesso dicasi delle fibre, dei vasi e degli altri organi superiori, imperocchè i due primi organi quando incominciano a formarsi, stante la loro piccolezza, si distinguono difficilmente dalle cellule.

L'embrione nodrito dai materiali fornitigli dall'albume e dai cotiledoni, cresce, preme i propri invogli, e gli spezza per aprirsi il passaggio. La prima a mostrarsi al di fuori è quasi sempre la radichetta, e poi la gemmetta, il suo asse s'allunga, le sue foglioline si spiegano, e mentre quella si dirige verso il centro del corpo su cui la pianta vive, la gemmetta si dirige in senso opposto. Questo modo di dirigersi delle piante dipende da che esse hanno, come gli altri sistemi naturali, due poli paragonabili a quelli di una calamita, dotati della virtù di rivolgersi in sensi opposti. L'insigne botanico Richard, dopo di aver dimostrato l'inammessibilità di tutte le ipotesi emesse per spiegare la tendenza che ha la radice di portarsi verso il centro della terra, ha conchiuso che questa tendenza dipende « da un movimento spontaneo, da una potenza interiore, da una specie di sommessione alle leggi generali della gravitazione ». Giova aggiungere che il movimento non è spontaneo ma diretto dalla ragione.

Nei semi dicotiledoni la radichetta libera ed in generale

conica, s' allunga ed emette all' intorno delle radicine; la gemmetta sorge nel mezzo dei cotiledoni, tra la cui base era nascosta, e si allunga liberamente nella sua direzione. Nei semi monocotiledoni la gemmetta nel sorgere perfora il cotiledone che la nascondeva, e la radichetta trafora l'invoglio che ne avviluppava la base. Perciò gli embrioni dicotiledoni furono anche detti *esorizi* ed i monocotiledoni *endorizi*, perchè la radicina è esterna ne' primi ed interna nei secondi: alla guaina che nasconde la radicina degli embrioni monocotiledoni si è dato il nome di *coleorizza*. Le spore non contengono l'embrione, esse consistono in un ammasso informe di microzimi o di piccole cellule e presentano nel modo di germinare delle diversità rimarchevoli a seconda delle piante. Nei funghi, come pure nelle alghe d'ordine inferiore, la spora, nel germinare, non fa altro che produrre degli sporidi ossia delle spore secondarie, le quali a loro volta generano talvolta delle spore terziarie. Le spore ed i semi sono il mezzo il più generale di riproduzione delle piante, ma non l'unico. Alcune si riproducono ancora per bulbi, altre per tuberi, altre per mezzo di bulbili. Inoltre la pluralità delle piante possono essere riprodotte per via di talee, di margotti, d'innesto.

Il periodo di germinazione finisce, ed incomincia quello di vegetazione quando la nuova pianticina abbia acquistato un certo sviluppo, e sia fatta capace di nutrirsi delle sostanze che le vengono fornite dalla terra e dall'atmosfera. Le piante durante la germinazione consumano dell'ossigeno, producono dell'acido carbonico, sviluppano del calorico e si nutrono di materie organiche; durante la vegetazione consumano dell'acido carbonico, producono dell'ossigeno, assorbono del calorico e si nutrono di materie minerali. La durata della germinazione varia nelle diverse specie di semi, ed anche nei semi delle stesse specie secondochè più o meno propizie sono le condizioni esterne e quelle proprie dei semi stessi. In generale i semi impiegano per germinare un tempo tanto più lungo quanto più spessi e duri sono i loro invogli. La vita delle piante le più semplici, per es. quella dei funghi, pre-

senta solo il periodo di germinazione: mentre i semi nel periodo di germinazione si nutrono delle materie organiche che vengono loro fornite dai cotiledoni e dall'albume, le piante crittogame più semplici per tutto il corso della loro vita si nutrono di materie organiche che prendono direttamente dalla terra vegetabile.

Mentre le piante che formano il primo gradino della scala botanica risultano da un solo o da pochi organi elementari; quelle che formano i gradini successivi presentano una costituzione di più in più complessa. Gli organi elementari ordinandosi ed individuandosi in forme diverse generano dunque delle piante, oppure degli organi composti, i quali individuati insieme generano delle piante oppure degli organi di altre piante più complesse e così di seguito finchè si giunga al gradino più elevato della scala, alla punta della piramide. Gli organi elementari si appigliano a vicenda per mezzo di una sostanza glutinosa che si trova tra essi e che viene eliminata dalla loro superficie esterna. Un aggregato di più organi elementari chiamasi *tessuto*, il quale si distingue coi nomi di cellulare, fibroso, vascolare, fibro-cellulare... secondochè si compone di cellule, di fibre, o di vasi, oppure di fibre e di cellule... In ogni tessuto si debbe distinguere il contenente ossia la sostanza che forma la parete delle cellule, fibre e vasi, ed il contenuto ossia ciò che trovasi dentro gli organi elementari. Il contenente consiste in una sostanza solida scolorita insolubile nell'acqua e nell'alcole, che ha una composizione chimica espressa dalla formola $C^{12}H^{20}O^{10}$. Questa sostanza presenta un diverso grado di aggregazione e si scioglie o no in certi veicoli secondochè costituisce le cellule, o le fibre od i vasi, e viene chiamata cellulosa, o fibrosa o vascolosa. Questi tre corpi isomeri si possono comprendere sotto il nome di *celluloso*. Le più comuni sostanze contenute nei tessuti sono: fra le organiche non azotate la desterina, lo zucchero, l'amido e la lignina corpo solido complesso più ricco d'idrogeno del celluloso che riempie le cellule del legno; fra le organiche azotate l'albumina, la fibrina, l'aleurone e la clorofilla materia verde contenuta nelle cel-

lule delle foglie; fra le minerali il solfato di calce, di potassa, i cloruri di calcio, di sodio, la silice, il silicato potassico, i fosfati di calce, di soda... Le sostanze in discorso possono trovarsi nelle piante sciolte nell' acqua (zucchero desterina, albumina, cloruro di calcio...), oppure incorporate nelle pareti, o solidificate in masse globulari (amido, clorofilla) o cristallizzate (fosfato di calce, silicato potassico...). Le diverse specie chimiche che formano le piante si separano per mezzo di opportune analisi, di appropriati metodi. Le materie minerali restano sotto forma di cenere dopo la combustione delle piante.

I principali organi composti delle piante, tranne quelle d'ordine inferiore, sono la radice, il fusto, le foglie, il fiore ed il frutto. I tre primi servono ad assorbire ed elaborare le sostanze nutritizie ed a trasformarle in materiali capaci di costrurre e di conservare gli individui, e chiamansi perciò organi di nutrizione; i due ultimi servono a formare i germi, i corpi destinati alla perpetuazione delle specie e chiamansi organi di riproduzione. Il fusto è l'organo intermedio della pianta: essa porta superiormente le foglie, i fiori ed i frutti e comunica inferiormente colla radice. Il limite fra la radice ed il fusto è sovente contrassegnato da una specie di cercine detto *colletto* o *nodo vitale*.

Nelle piante annue, cioè che vivono per un solo anno, i diversi organi della pianta sono il prodotto del progressivo sviluppo dell'embrione o delle spore. Quando le piante vivono più d'un anno, allora il fusto nell'annua vegetazione genera delle gemme ossia dei particolari centri dal cui sviluppo nascono dei nuovi edifizi che individuandosi in quello formatosi nel primo anno lo fanno crescere. Le piante dette bienni muoiono dopo due anni di vegetazione; quelle dette perenni proseguono a vivere per un numero indeterminato d'anni per lo sviluppo delle gemme che si sono formate nell' anno precedente. Le piante perenni diconsi vivaci se di esse non persiste che la radice provveduta superiormente di un brevissimo fusto, dalle cui gemme, ogni anno svolgonsi dei nuovi fusti che non durano che un solo anno.

La radice è il sistema discendente della pianta che si sviluppa in direzione contraria al fusto: essa, tranne le radici delle piante parassite e quelle di alcune specie di piante acquatiche, si approfonda nella terra, ed assorbe da essa le materie nutritizie. Le radici compaiono dapprincipio sotto forma di un piccolo viluppo di otricelli; i più interni e più vicini al centro cominciano ad allungarsi, mentre si allunga contemporaneamente il corpo di cui fanno parte. Le radici presentano grandezze, forme e strutture più o meno diverse nelle differenti classi di piante, ed anche nei diversi generi e specie di piante. La grandezza delle radici è in generale proporzionale a quella del fusto. Le radici delle piante dicotiledoni sono per lo più munite di un organo principale detto fitone che continuasi direttamente col fusto, e constano, come il fusto delle stesse piante, di corteccia e di sistema legnoso, il quale offre una struttura analoga a quella del fusto salvo che manca di midollo e di astuccio midollare. Le radici delle piante monocotiledoni non hanno nè il fitone, nè i due sistemi corticale e legnoso, ma risultano di fascetti fibro-vascolari sparsi che si incrociano tra di loro e di cellule. Le radici delle piante acotiledoni più perfette sono composte di cellule e di fascetti fibro-vascolari quasi paralleli: quelle delle piante che vengono in seguito cioè delle epatiche e dei muschi constano di cellule e di fibre; quelle delle piante acotiledoni più semplici ed afille (funghi, alghe, licheni) non contengono che delle cellule.

La radice non è verde, non contiene i vasi detti trachee, manca di gemme, e cresce in lunghezza unicamente dalla estremità, per i quali caratteri si distingue dal fusto, che è verde (tranne quelli che vivono sotto terra e che sono per lo più distinti col nome di rizomi), contiene trachee, è munito di gemme e si allunga per tutti i punti della sua estensione. Le radici allungandosi solo dalla estremità ne viene che i tessuti i più giovani, i più morbidi e porosi e quindi più atti ad assorbire sono gli estremi: questi tessuti avrebbero difficilmente resistito all'azione degli agenti esterni se la natura non li avesse circondati da una calotta mem-

branacea detta *pileorizza*, la quale si rinnova di tempo in tempo.

Il fusto varia assai nel suo modo di essere ed anche nella durata. Le piante in quanto alla consistenza, statura ed aspetto esterno del fusto chiamansi *erbe*, *suffrutici*, *frutici* o *arbusti*, *arboscelli ed alberi*. Nelle erbe il fusto è molle, flessibile e sugoso; nei suffrutici il fusto è legnoso nelle parti inferiori ed erbaceo nelle superiori, nelle altre piante il fusto è intieramente legnoso. V'hanno dei fusti eretti cioè abbastanza forti per sostenere tutte le altre parti della pianta, e di quelli gracili che sono sdraiati per terra, ovvero che si elevano attaccandosi agli altri corpi per mezzo di cirri o di appendici radiciformi, oppure avvolgendosi intorno ai medesimi e chiamansi procumbenti, cirriferi, radicanti, volubili. Il fusto varia in quanto alla forma ed alla struttura nei diversi generi di piante e segnatamente nelle tre grandi classi. Tranne pochissime eccezioni, i fusti delle piante dicotiledoni hanno una forma conica, e sono composti di sistema corticale e di sistema legnoso. Il sistema corticale o corteccia, a partire dall'interno andando verso l'esterno consta di tessuto fibro-vascolare disposto in guisa da formare delle lamine, di tessuto cellulare verde, che occupa la parte media, e di tessuto cellulare sugheroso che occupa la parte esterna ed è ricoperto dall'epidermide nei fusti giovani, e da inviluppo particolare detto periderma negli altri. Il sistema legnoso o legno si compone andando dal centro alla periferia di midollo, di astuccio midollare, di zone legnose concentriche attraversate da un tessuto cellulare muriforme che costituisce i così detti raggi midollari. Nei fusti annui il sistema legnoso contiene una sola zona molle e tenera, negli altri contiene tante zone quanti sono gli anni di vegetazione, nel quale caso, come si osserva negli alberi, le zone le più interne sono dure, compatte e per lo più colorate e costituiscono il vero legno, le più esterne, siccome più giovani, sono tenere, scolorite e formano il così detto alburno. I fusti delle piante monocotiledoni hanno una forma cilindrica e sono composti di fascetti fibro-vascolari che si

incrociano tra loro e sono sparsi senz'ordine in mezzo al tessuto cellulare, il quale non produce alcuna sorta di raggi midollari. I fusti delle piante acotiledoni d'ordine superiore hanno una forma simile a quelli delle piante monocotiledoni, e risultano di fascetti fibro-vascolari parelli disposti per lo più con un certo ordine in mezzo al tessuto cellulare. Quelli delle altre piante acotiledoni sono composti solamente di fibre e di cellule, oppure non contengono che delle cellule. I fusti acotiledoni crescono in altezza per un semplice allungamento dei fascetti che già esistono; acquistato che abbiano un certo diametro per lo sviluppo degli organi elementari onde sono costituiti, cessano di crescere in questa direzione. I fusti monocotiledoni crescono in altezza per via di nuovi fascetti che nascono alla superficie dei vecchi; questi fusti non crescono quasi in diametro, tranne quelli che sono divisi in rami (pandani, dracene) i quali giungono talvolta ad una grossezza straordinaria. I fusti dicotiledoni crescono in altezza per lo sviluppo delle gemme terminali, e crescono regolarmente in diametro perchè ogni anno tra la corteccia ed il legno si forma una zona d'alburno ed una lamina di corteccia, ossia un foglio di libro. Le piante acotiledoni, per il modo di crescere in altezza dei loro fusti, vennero domandate *acrogene;* le monocotiledoni, perchè crescono soprattutto verso l'interno, *endogene*, e le dicotiledoni perchè crescono in diametro verso le parti esterne, *esogene*, di qui il perchè il fusto di queste piante è più duro all'interno che all'esterno, mentre quello delle piante monocotiledoni è più duro all'esterno che all'interno.

Le foglie nel primo anno di vegetazione di un individuo vegetabile sono prodotte dallo sviluppo dei semi o delle spore; negli anni successivi dallo sviluppo delle gemme che formansi sui fusti annui (rami) che vivono individuati in quelli che hanno più anni di vegetazione. I fascetti fibro-vascolari che formano lo scheletro delle foglie, come pure il tessuto cellulare erbaceo che ne riempie i rami sono un prolungamento ed uno sviluppo dei corrispondenti tessuti dei

fusti o rami generatori. Le foglie chiamansi primordiali, seminali, cauline... secondochè derivano dallo sviluppo della gemmetta, o dei cotiledoni, o delle gemme del caule... Ogni foglia mostrasi da principio sotto forma di un piccolo tubercolo di tessuto cellulare. Ora i nuovi tessuti formansi alla base, ora in alto; nel primo caso i tessuti nuovi sospingono continuamente in alto i vecchi; e la formazione delle foglie dicesi *basipeta* perchè cammina regolarmente dall'alto in basso, ed i tessuti nuovi trovansi tanto più prossimi alla base quanto più sono giovani; nel secondo caso la formazione procede in senso opposto, cioè dal basso in alto e dicesi perciò *basifuga*, essendochè i tessuti nuovi sono tanto più lontani dalla base quanto più sono giovani.

Le foglie variano assai in quanto alla disposizione, all'inserzione, alla direzione, alla forma, alla consistenza, al colore, al grado di complicazione, allo stato della loro superficie.... per cui chiamansi alterne, opposte, verticillate, affastellate...; peziolate, sessili, guainanti, amplessicauli...; erette, orizzontali, patenti, rivoltate... ovate, cordate, cuneiformi, astate, lineari, intiere, dentate, fesse....; membranacee, coriaccee, carnose...., semplici, composte, decomposte..., glabre, pelose, lanate, irte.... Le foglie variano ancora in quanto alla disposizione delle linee saglienti dette *nervi*, che risultano dai fascetti fibro-vascolari che ne formano l'ossatura, e diconsi penninervie, pedalinervie, palminervie, peltinervie, parallelinervie... ed in quanto alla durata. Nella più parte degli alberi delle nostre contrade, la vita delle foglie si estende appena al di là di alcuni mesi... in alcuni pochi sovrattutto in quelli dei climi caldi, si mantiene per due o più anni, e questi alberi chiamansi sempre verdi, perchè in essi vi hanno continuamente delle foglie verdeggianti in corso di vegetazione, di quelle che nascono e di quelle che muoiono e cadono. Le foglie nel perdere la vitalità cangiano di colore, e morte che siano, la più parte cadono, alcune marciscono attaccate alla pianta.

Le foglie delle piante dicotiledoni sono in generale opposte o verticillate, angolinervie, cioè i nervi fanno angolo

fra loro, orizzontali, articolate alla base e quindi caduche, ed hanno il margine per lo più frastagliato. Quelle delle piante monocotiledoni sono in generale alterne, parallelinervie, erette, non articolate alla base, e quindi marciscono sulla pianta senza cadere, ed hanno il margine per lo più intiero. Le foglie delle piante acotiledoni superiori, cioè delle felci, hanno i nervi che offrono ramificazioni ed intrecciature ancor più variate che nelle foglie dicotiledoni. In tutte le altre acotiledoni, le foglie sono di gran lunga più semplici. Nel genere *marsilea* mostransi ancora munite di un gran numero di nervi; e nei licopodi si convertono in semplici lamine cellulari attraversate da un solo fascetto, il quale viene rimpiazzato da cellule allungate nelle famiglie sprovvedute di vasi come nei muschi e nelle iungermanie. Questa abbozzatura di foglie infine scompare col fusto nelle ultime famiglie, nei licheni, nei fungi e nelle alghe.

Le foglie, come pure gli altri organi composti delle piante, sono ricoperte da una membrana sottilissima, trasparente, tenace chiamata epidermide o cuticola, la quale consiste in uno o più strati di cellule tabellari strettamente fra di loro, e poco al tessuto sottogiacente riunite. Sull'epidermide si riscontrano gli stomi, le lenticelle, le ghiandole e i peli. I stomi consistono in piccole boccucie circondate da due cellule allungate le quali in certe condizioni si allontanano tra loro e ne aprono l'orificio, in altre si avvicinano e lo chiudono. Gli stomi corrispondono sempre a lacune ovvero a condotti intercellulari; si chiudono alla notte e si aprono di giorno quando l'aria è secca; abbondano nella pagina inferiore delle foglie; le foglie delle piante galleggianti ne hanno solamente nella pagina superiore; le radici e le piante che vegetano sommerse nell'acqua mancano di stomi. Sembrano soprattutto destinati all'espirazione dell'ossigeno. Le lenticelle sono piccole macchie lenticolari provenienti dalla sporgenza del tessuto sugheroso, da cui nascono soprattutto le radici quando i rami vengono introdotti nella terra. Le ghiandole sono aggregati di cellule, o di cellule fibre e vasi, che trovansi per lo più alla base od alla sommità dei peli; servono a

preparare dei particolari umori. Non trovansi solo sull'epidermide ma ancora in altre parti delle piante. I peli sono prolungamenti delle cellule dell'epidermide composti di una o più cellule; essi vanno soggetti a differenze notevoli di lunghezza, di consistenza, di densità e di aspetto, per cui le superficie che ne sono fornite prendono diversi nomi, e diconsi pubescenti, pelose, ispide, irte, vellutate, lanate, cigliate... Fra gli organi non fondamentali che servono anche come la radice, il fusto e le foglie, alla conservazione delle piante si debbono annoverare le stipole, i cirri, le spine e gli aculei. Le stipole sono espansioni fogliacee più piccole delle foglie; i cirri o viticchi sono produzioni filamentose che a foggia di mani si attaccano ai corpi per sollevare le piante di caule gracile: le spine sono organi pungenti che traggono origine dalle parti interne delle piante; gli aculei sono anche organi pungenti che nascono alla loro superficie.

Le piante vegetando generano non solo delle gemme, dei centri di attività vegetativa da cui nascono le foglie, i nuovi fusti (rami).... ma ancora dei particolari centri d'attività, da cui nelle piante cotiledoni prendono origine i fiori e successivamente i frutti, e nelle acotiledoni gli sporangi e gli anteridi.

La gemma fiorifera svolgendosi produce dapprima il bottone, il quale, giunto che sia al suo completo sviluppo, si apre e produce il fiore. Il fiore consiste essenzialmente negli organi genitali circondati per lo più da uno o due (perianzio o perigonio) invogli di cui il più esterno dicesi calice e l'altro corolla. Il calice consta di un circolo di foglioline verdi dette sepali, e prende nomi diversi secondo il numero dei sepali da cui è formato, e secondochè i sepali sono disgiunti o più o meno saldati insieme, eguali o diseguali d'onde i nomi di calice disepalo, trisepalo, tetrasepalo, pentasepalo, gamosepalo (sepali saldati insieme) dialisepalo (sepali liberi e disgiunti) regolare, irregolare. La corolla è l'invoglio più interno del fiore, composto di una serie circolare di foglioline diversamente colorate dette petali. La corolla costituisce la parte più bella del fiore, ed il volgo

non vede fiore che laddove ci è corolla. La corolla prende, anche come il calice, nomi diversi, dal numero, dall'ordinamento e dall'eguaglianza o diseguaglianza dei petali. Gli organi genitali o sessuali sono due: il pistillo, organo femmineo, che occupa il centro del fiore, e lo stame, organo maschile, che vi si trova attorno. Il pistillo è composto di ovario, stilo e stimma; l'ovario è la parte più importante del pistillo, occupa la parte inferiore del pistillo; ha internamente una o più logge alle cui pareti stanno attaccati per mezzo di piccoli funicoli gli ovoli. Lo stilo è un piccolo prolungamento che sorge dall'ovario e termina superiormente in un piccolo ingrossamento ossia nello stimma. Lo stame si compone di filamento, antera e polline. Il filamento è un piccolo gambetto che sostiene l'antera. Il filamento dello stame come pure lo stilo del pistillo talvolta mancano. L'antera è la parte superiore dello stame, composta per lo più di due piccole borsette dette logge nelle quali trovasi il polline, ossia una polvere di colore per lo più giallo e di odore spermatico. Il polline esaminato col microscopio mostrasi formato di tanti piccoli globettini, ossia vescichette riempite di un fluido mucilagginoso detto fovilla. Gli organi sessuali variano nelle differenti piante in quanto alla forma, alla disposizione, al modo d'inserzione, al numero....

Le parti che formano il fiore sono disposte in guisa da generare tanti verticilli intorno al medesimo asse, ossia tanti circoli concentrici, giacenti sopra un organo detto ricettacolo, il quale nei fiori peduncolati consiste nella parte superiore alquanto allargata dal peduncolo. Il verticillo formato dai pistilli fu chiamato ginoceo; quello formato dagli stami androceo. Il fiore può essere composto da quattro o da un minore numero di verticilli; se è composto di quattro verticilli cioè di calice, corolla, stami e pistilli, allora dicesi completo; se ha un solo invoglio monoclamide; se ha ambedue i sessi ermafrodito, se ha un solo sesso, unisessuale.

Gli operai molecolari, nel fabbricare i fiori e le sue parti, operano come nella costruzione degli altri organi. Governati e diretti dalle ragioni superiori, cominciano a formare gli

opportuni organi elementari che dispongono in modo da edificare l'organo complesso. L'osservazione c'insegna che lo stame, per esempio, compare da principio sotto l'aspetto di un piccolo nucleo cellulare: prima a svilupparsi è l'antera; il filamento non prende a svolgersi che quando l'antera offre già la sua forma caratteristica. L'antera in origine si compone di un tessuto cellulare quasi omogeneo, il quale, un poco più tardi, sembra diradarsi internamente in più luoghi a qualche distanza dalla periferia, e forma altrettante lacune, le quali col tempo sempre più si allargano. Nell'interno delle lacune trovasi un fluido mucilagginoso che ben tosto s'organizza egli stesso in cellule, di cui le esterne sono piccole e tappezzano tutta la superficie interna della lacuna, e le interne sono molto grandi, e furono distinte col nome di otricelli pollinici, nei quali formasi ben presto una grande quantità di granelli (microzimi) che a poco a poco si uniscono in una massa informe, la quale in seguito si parte in quattro noccioli separati da una materia liquida che non tarda a rassodarsi ed a dividere l'otricello in quattro parti. Ciascun nocciolo, trovandosi isolato, si riveste di una membrana propria e cresce. A misura che i noccioli crescono di volume, le pareti ed i tramezzi dell'otricello diminuiscono, ed infine scompaiono; laonde i noccioli di più otricelli proprii di una stessa loggia si fanno liberi nella cavità di essa e si convertono in altrettanti globettini di polline.

In un modo quasi analogo viene fabbricato il pistillo, i cui ovoli compaiono nei loro primordii dentro l'ovario sotto forma di un' escrescenza aderente alla placenta, da cui non tarda ad uscire un corpo di forma ovoidea detto nocella. Negli ovoli i più semplici, la nocella non fa che vuotarsi internamente, generando la cavità embrionale; in alcuni ovoli questa cavità si riveste di una membrana (sacco embrionale): in molti ovoli la nocella, invece di essere nuda nella loggia, si ricopre di una membrana che rimane aperta alla sommità della nocella, ma il caso il più frequente è quello in cui la nocella si riveste all'esterno di due membrane, aperte all'estremità appuntata dell'ovolo, la quale apertura

porta il nome di micropilo. Il fiore, come sia convenientemente sviluppato, eseguisce la funzione detta di fecondazione; le antere s'aprono, ed una piccola porzione della grandissima quantità di polline che dalle medesime esce, viene sugli stimmi, i quali a quell'epoca sono bagnati di un umore viscido, il cui primo ufficio si è di trattenere i globetti pollinici. La membrana esterna dei globetti di polline nel punto in cui tocca l'umore si rompe, si perfora, e la membrana interna si prolunga in un sottile tubetto (T. pollinico) che passa per il tessuto cellulare dello stilo e giunge per la via della placenta sino agli ovoli: là giunto si rompe, la fovilla esce, penetra negli ovoli passando per il micropilo e li feconda. Avvenuta la fecondazione, per una reazione che si stabilisce tra le molecole della fovilla e quelle delle regioni interne dell'ovolo, piglia origine una piccolissima forma vegetabile simile alle forme generatrici, il tipo dello sviluppo di un nuovo individuo simile agli individui generatori, il primo anello della catena che costituisce la vita di una pianta, il primo centro vegetabile che contiene virtualmente la ragione di nascere e di svilupparsi di tutti gli altri centri dell'individuo da edificarsi, la prima premessa dalla quale, sotto l'influenza di opportune condizioni, nascono successivamente tutte le conseguenze che costituiscono la vita embrionale, la vita germinativa e la vita vegetativa d'un nuovo individuo vegetabile. Il simile genera il simile. Le piante viventi generano dei centri embrionali con forme ed attitudini simili ad esse, i quali nella loro vita embrionale, germinativa e vegetativa, si svolgono ed edificano embrioni, quindi pianticine, quindi piante simili. Nell'opera del professore Savi si legge che, appena seguita la fecondazione, si vedono nel sacco embrionario dei globuli verdi, i quali si riuniscono in una massa per formare l'embrione. I centri embrionali nati dalle molecole polliniche e da quelle degli ovoli crescono per la successiva assimilazione di altre molecole che le vengono fornite dall'intiera pianta, imperocchè, compiuta che sia la fecondazione, l'ovario diviene centro d'attrazione, i materiali nutritivi affluiscono dagli altri organi verso di esso,

onde edificare il frutto. Nell'atto della fruttificazione ossia della formazione del frutto e quindi dell'embrione, gli ovoli crescono e generano i semi, e l'ovario cresce anch'esso e genera il pericarpio ossia la custodia dei semi; mentre le altre parti del fiore appassiscono e cadono. In alcune piante il pericarpio non è generato dal solo ovario, ma ancora da altri organi, soprattutto dal calice, il quale si immedesima con l'ovario e concorre con esso alla formazione del frutto.

Il frutto si compone dunque di pericarpio e di semi. Il pericarpio è la parte esterna del frutto nella quale distinguonsi tre parti, una pelle esterna, una pelle interna, ed un tessuto cellulare intermedio il quale è sottile nei frutti secchi ed assai spesso nei frutti carnosi. Nel seme distinguonsi gli invogli ed il mandorlo. Gli invogli del seme risultano anche come il pericarpio di tre parti, esterna, interna ed intermedia. Il mandorlo ora è formato del solo embrione, ora dell'embrione e di un corpo accessorio detto albume. L'embrione consiste in un asse retto o curvo munito del corpo cotiledonare e terminante ad una estremità nella radicina e all'altra nella gemmetta. I frutti variano assai nei diversi generi di piante. Vi hanno frutti che contengono pochi semi, e di quelli che ne contengono un grande numero; di quelli muniti nell'interno di una sola loggia e di quelli che ne hanno due, tre, quattro od un maggiore numero; vi hanno dei frutti deiscenti e di quelli indeiscenti, di quelli semplici e di quelli più o meno complessi; di quelli che derivano da un solo fiore e di quelli che derivano da più fiori....

Le piante acotiledoni sono anche provvedute di particolari organi sessuali, ma diversi da quelli delle cotiledoni: *anteridio* si è chiamato l'organo maschile, e *sporangio* l'organo femmineo. Gli anteridii sono piccole cassule che hanno una diversa forma ed occupano una diversa posizione nelle diverse piante. Queste cassule contengono internamente dei piccoli corpicciuoli (anterozoidi, fitozoari, spermati) ora nudi ma per lo più contenuti in particolari otricelli. Gli anterozoidi degli otricelli recenti sono animati da un vivo movimento rotatorio. Gli sporangi sono piccoli sacchi o cassule cellulari

piene di *spore* ossia di piccoli globetti che all'esterno sono costituiti di una membrana semplice o doppia, ed all'interno di una materia liquida di consistenza oleaginosa. Fra gli organi genitali delle acotiledoni debbe anche avere luogo la fecondazione. Thuret scoprì questa funzione negli organi sessuali delle fucacce (*alghe marine*). Allorchè si avvicinano due goccie di acqua di mare, contenenti l'una le spore, l'altra gli anterozoidi, questi ultimi si attaccano in grande numero alle spore, le comunicano per mezzo dei loro cigli vibratili un moto di rotazione talvolta molto rapido. La rotazione delle spore, dopo aver durato per circa una mezz'ora, cessa, e gli anterozoidi divengono anche a poco a poco immobili. Le spore non restano fecondate se gli anterozoidi che ad esse si avvicinano sono affatto immobili. Il moto rotatorio delle spore non è essenziale per la loro fecondazione; in alcune ha luogo senza questo moto. Le spore delle fucacee non germogliano se non furono fecondate; dopo la fecondazione nello spazio di circa otto minuti si circondano all'esterno di una sottilissima membrana. Derbes e Solier studiarono anche gli organi riproduttori di molte alghe e riconobbero « 1° che l'apparizione degli anteridi coincide con quella delle spore; 2° che questi organi hanno sempre la più grande analogia di posizione, d'origine con gli organi sporiferi; 3° che la forma degli anteridi è invariabilmente costante nella medesima specie; 4° che i corpuscoli che svolgonsi negli anteridi si scompongono costantemente senza nulla produrre. Dal che ne hanno conchiuso che gli anteridi sono dei veri organi maschili, e che i corpuscoli che contengono debbono essere gli agenti di fecondazione ». Può essere che in alcune piante acotiledoni la fecondazione si faccia mediante molecole invisibili, e può anche essere che le spore di alcune piante possano come i bulbilli, germinare senza aver bisogno di essere fecondate.

I frutti, come abbiano cessato o quasi cessato di crescere, maturano. Nell'atto della maturazione, la più parte degli individui corpuscolari che formano i frutti si trasformano in altri individui di natura diversa. I nuovi individui che si

formano nella maturazione dei semi e dei pericarpii secchi sono più duri e più consistenti di quelli che cessano di esistere: il contrario accade nella maturazione dei pericarpi carnosi in cui i nuovi individui che si formano sono meno consistenti di quelli che si sformano, dimodochè i semi maturi sono più duri, ed i pericarpi carnosi maturi più teneri di quelli non ancora maturi. I semi prima della maturazione hanno in generale un sapore dolciastro e sono molto mucilagginosi; nell'atto che maturano, la più parte dei materiali zuccherini e mucilagginosi scompaiono e formansi a loro spese soprattutto della cellulosa e dell'amido nei semi amilacei, della cellulosa e dei grassi nei semi oleosi. Trasformazioni simili avvengono nella maturazione dei pericarpi secchi: contrarie ed opposte in quella dei pericarpii carnosi. Questi pericarpi prima della maturazione sono consistenti ed hanno sapore acerbo e poco grato, perchè contengono delle quantità notevoli di pettosi, di cellulosa di acidi liberi ed anche della lignina.... Nell'atto che maturano, perdono in cellulosa, in lignina, e guadagnano in destrina ed in zucchero, la pettosi che tappezza gli strati interni delle cellule si disgrega e si converte in pettina (Fremy); gli acidi liberi vengono in parte neutralizzati da basi, e forse anche trasformati in altri corpi, per cui pigliano nascimento delle sostanze particolari diverse nei differenti frutti (nei pericarpii oleosi formansi gli olii, in quelli aromatici le essenze). In grazia delle trasformazioni che avvengono durante la maturazione i frutti carnosi si inteneriscono ed acquistano odori e sapori soavi.

I frutti, i semi, come siano maturi, si distaccano dalla pianta che li ha generati e si diffondono più o meno lungi da essa, la quale funzione chiamasi *disseminazione*. Diversi sono i mezzi con cui i semi si spargono sulla terrestre superficie. Alcuni, come quelli delle euforbie, dell'*oxalis*, sono lanciati dall'azione elastica con cui le valvole dei frutti si aprono. I semi minuti e leggieri, quelli muniti di pappo, o di ali (samare degli olmi e degli aceri) sono trasportati da' venti a distanze più o meno grandi. I frutti coperti di punte acute

come quelli dell'agrimonia, della cinoglossa, quei delle gramigne..., si attaccano agli animali e viaggiano con essi. I frutti delle avene e delle stipe e quei dei geranii hanno una resta attorcigliata a spira, che torcendosi or per un verso or per un altro, secondo lo stato igrometrico, si rotolano sulla terra, e vanno a germogliare lungi dal luogo ove sono nati. I frutti carnosi sono mangiati dagli animali frugivori, che, digeritane la polpa, rendono per secesso inalterati i semi, e servono a disseminare le piante. Le acque portano seco loro molti semi e li spargono sui terreni, che muovendosi percorrono. Così in vicinanza dei monti si trovano sempre nei lati dei fiumi delle piante montane, e le correnti del mare trasportano inalterati molti semi da un litorale all'altro....

La fecondità ossia il numero dei semi che produce una pianta varia estremamente, dalle piante, come gli orobi, le fave che ne generano un piccolo numero a quelle che ne producono un numero grandissimo come è la pianta del papavero che ne genera circa 32000, quella del tabacco 60000, dell'olmo dell'età di circa quindici anni, produce per lo meno 3290000 semi. I semi collocati in opportune condizioni germogliano e generano delle nuove piante le quali a loro torno generano dei nuovi semi, e così di seguito finchè le condizioni cosmiche sono propizie alla nascita ed alla vita dalle forme specifiche da essi generate. Fra i semi ben piccolo è il numero di quelli che vengono posti in condizioni da poter germogliare, e fra quelli che germogliano pochissimi sono quelli che trovansi nelle volute circostanze per poter vegetare, giacchè la terra non potrebbe comprendere ed alimentare tutte le piante da essi generate. I semi che non si sviluppano in nuove piante, parte si corrompono per l'azione dell'aria e dell'acqua, parte servono al pascolo degli animali.

I moti dei diversi ordini d'operai che insieme accordati formano la suprema risultante dell'individuo vegetabile, gli atti dei differenti organi che insieme unificati costituiscono la vita delle piante alcuni come la fioritura, la fecondazione, la maturazione e la disseminazione servono alla conserva-

zione della specie e diconsi funzioni di riproduzione, altri, come l'assorbimento, la circolazione, l'elaborazione, l'accrescimento e le secrezioni tendono alla conservazione ed allo sviluppo dell'individuo e chiamansi funzioni di nutrizione o di vegetazione. Inoltre certe piante, come la sensitiva, eseguiscono ancora dei particolari movimenti che si potrebbero chiamare funzioni di relazione. La vegetazione è quell'insieme di operazioni per mezzo delle quali la pianta vive e fabbrica se stessa. Collo assorbimento si appropria, ossia introduce in se stessa le materie greggie che può elaborare e convertire in materiali idonei alla costruzione dei suoi organismi. Le parti verdi delle piante assorbono dall'aria, e le radici dalla terra l'acido carbonico, l'ammoniaca, l'idrogeno solforato, l'acqua.... inoltre le radici assorbono ancora i composti metallici di cui hanno bisogno. Le parti estreme delle radici assorbono molto di più delle altre perchè sono più giovani e quindi più porose e più attive. I composti metallici assorbiti dalle radici variano nelle diverse piante, di qui il perchè le ceneri che si ottengono bruciandole hanno una composizione più o meno diversa a seconda della natura della pianta.

Le materie greggie che le piante assorbono sono diffusive, ed entrano nelle medesime in virtù d'endosmosi chimica determinata e governata dalle risultanti dinamiche superiori di cui sono animate le piante. Nell'atto dell'assorbimento le molecole minerali sono quindi decomposte e penetrano nei tessuti solo quei individui chimici di cui le piante abbisognano. I tessuti più esterni delle piante assorbono per endosmosi degli individui chimici minerali se questi vengono ricevuti dai tessuti successivi, i quali li assorbono se vengono ricevuti dagli altri tessuti che vengono di seguito, e così via via, dimodochè l'assorbimento dei tessuti esterni, è subordinato all'assorbimento dei tessuti interni; il modo d'agire d'un organo dipende dal modo d'agire degli altri organi, ed il modo d'agire di ogni organo dipende dal modo d'agire del tutto, dell'unità risultante dall'armonica individuazione di tutti gli organi. L'acqua e le altre materie

minerali succhiate dalle radici formano la così detta *linfa ascendente*, la quale viene spinta dall'endosmosi, dalla contrattilità dei tessuti... a muoversi verso gli organi destinati ad elaborarla, ed una volta elaborata viene dalle stesse cagioni eccitata a muoversi verso i tessuti che debbono assimilarla per costrurre i diversi organismi delle piante. Le piante assorbono in quanto le materie assorbite si recano verso gli organi destinati ad elaborarle; gli organi elaborano le materie greggie, in quanto i prodotti di elaborazione si portano ai tessuti che li assimilano per costrurre i diversi organismi delle piante. Scopo finale dell'assorbimento e dei movimenti delle materie assorbite si è dunque la costruzione della stessa pianta.

Le piante, essendo fisse al suolo onde sono nate, non possono andare in cerca dei loro alimenti, ed è quindi necessario che questi siano diffusivi (cristalloidi) e si muovano verso le piante. Come dove vi sono piante in vegetazione, le materie minerali che servono alla loro nutrizione penetrano e si diffondono nelle medesime, così le stesse materie assorbite dalle piante debbono, per stabilire l'equilibrio, diffondersi dai luoghi remoti verso quelli in cui le piante vegetano. Ciò posto le materie alimentari delle piante si muovono dai luoghi remoti per via di diffusione verso quelli in cui sono assorbiti dalle piante, o con altre parole l'alimento va dove vi sono gli individui vegetabili da alimentare contrariamente a ciò che avviene negli animali i quali vanno a cercare le materie colloidi di cui si nutrono, dimodochè per essi, la locomozione fa le veci della diffusione che presiede alla nutrizione delle piante. Il moto delle materie alimentari verso le piante debbe indurre i loro organi assorbenti a crescere nelle direzioni in cui più grande è la corrente delle materie nutritizie. Di qui il perchè le radici prendono uno sviluppo straordinario là dove alcuna delle loro barbe incontra una vena di terra molto ricca di materie nutrienti; e le altre barbe fanno dei giri tortuosi per venirla raggiungere, e dei grandi sforzi per vincere gli ostacoli che si oppongono al loro accrescimento in quella direzione. Ne fanno prova gli

alberi posti a ridosso dei muri se le loro radici giungono a penetrare nelle fessure, si può essere certi che col tempo ne provocheranno lo sfasciamento e la rovina.

La linfa al suo ingresso nelle radici consiste in un soluto acquoso di materie minerali (acido carbonico, sali ammoniacali, composti metallici diversi...): penetrata nelle radici ascende nelle piante dicotiledoni per le zone più interne di alburno, ed in quelle monocotiledoni ed acotiledoni per le parti interiori dei fascetti fibro-vascolari, e nell'ascendere scioglie dei materiali organici (zucchero, destrina, albumina....) che incontra nel suo cammino, e diviene di più in più densa. Secondo recenti sperienze del fisiologo Gris, l'amido ed altri analoghi materiali contenuti nel midollo e nei vecchi tessuti delle piante perenni, si recano, dopo essersi trasformati in materiali solubili, zucchero, desterina, nei luoghi in cui la linfa ascende. La linfa di primavera si porta soprattutto verso le gemme onde fornire alle medesime i materiali di cui hanno bisogno per svolgersi in foglie e rami od in fiori. Le gemme si possono considerare come degli embrioni fissi, come dei centri organici subordinati che contengono il piano degli organi da fabbricarsi. Non differiscono dagli embrioni, se non che invece di essere indipendenti ed atti a provvedere alla loro propria sussistenza, fanno parte di una pianta già formata che le somministra il nodrimento. La linfa di primavera fa rispetto alle gemme lo stesso ufficio che fanno i cotiledoni e l'albume rispetto agli embrioni. I materiali nutritivi sciolti dalla linfa di primavera furono depositati nei tessuti durante la vegetazione dell'anno precedente. Risulta quindi che la linfa, come è succhiata dal suolo, è incapace di nutrire, e che le piante vivaci e perenni, pendente la vegetazione di ciascun anno, preparano e mettono in serbo i materiali per nodrire e far sviluppare le gemme nell'anno che viene.

La linfa di primavera, dopo aver fatto spiegare le gemme, si diffonde nelle foglie e nei rami che produce e viene da essi elaborata. La linfa ascendente genera quindi da principio, a spese di materiali che toglie ad imprestito dalla pianta, gli

organi che sono poi più tardi incaricati di elaborarla e di preparare i materiali nutritivi. Le materie organiche sciolte dalla linfa sono dunque ad un tempo causa ed effetto delle foglie e dei rami. Sono causa delle foglie e dei rami perchè vengono destinati a produrre questi organi. Sono effetti delle foglie perchè furono preparati da questi organi. Di fatto allorchè in primavera si tolgono più volte di seguito le foglie ad una pianta, essa mette successivamente delle foglie sempre più gracili e finisce infine per perire, perchè stante la mancanza degli organi elaboratori, la linfa ascendente non trova più dei materiali nutrienti da sciogliere, e diventa quindi incapace di generare nuove foglie.

Le materie greggie assorbite dalle piante vengono, nelle foglie ed in altri organi verdi, elaborate e trasformate in materiali organizzabili che restano nelle piante, ed in materie minerali che vengono eliminate. L'ossigeno è il corpo principale che viene eliminato nell' atto dell' elaborazione della linfa ascendente. Per l' elaborazione della linfa è necessaria l'azione della clorofilla, della luce e di una certa temperatura. La clorofilla è una sostanza azotata che mostrasi sotto forma di piccoli granuli: la sua composizione, giusta le analisi di Regnault, può essere rappresentata colla formola $C^{18}H^{18}N^{2}O^{8}$: essa formasi per la reazione della desterina o dell' amido sopra un sale ammoniacale od un nitrato. Affinchè la clorofilla si colori in verde è necessaria la presenza dei sali di ferro, i quali, per via delle loro particolari vibrazioni, inducono le molecole della clorofilla a produrre le vibrazioni proprie della luce verde: in assenza dei sali di ferro la clorofilla resta scolorita. Nella oscurità i granuli di clorofilla sono applicati lungo le pareti laterali delle cellule. Sotto l'azione della luce si muovono e si portano nel mezzo e sulle pareti superficiali cioè più prossime alla superficie delle foglie (Prillieux). I granuli di clorofilla sono costantemente legati al protoplasma che si trova nelle cellule e si muovono in correnti, ma di un movimento lentissimo (Hugo Mohl). Questo movimento dei granuli viene soprattutto eccitato dalla luce, sotto la cui influenza si effettuano i lavori di elabora-

zione delle materie minerali. « Sotto l'azione dei raggi luminosi e per il fatto dell'assimilazione (ossia per il fatto della reazione di CO^2 sopra H^2O), i granuli di clorofilla si riempiono a poco a poco d'amido, che di là è costantemente condotto, per certi strati parenchimatosi, verso ai giovani organi in via d'accrescimento, o verso gli organi persistenti ove s'immagazzina: nell'oscurità le foglie non funzionano più, il fenomeno si arresta (Sachs) ». L'amido avendo una composizione chimica espressa dalla formola $C^6H^{10}O^5$, la sua formazione a spese di CO^2 e di H^2O spiegasi con la seguente equazione $6CO^2 + 5H^2O = C^6H^{10}O^5 + 12O$. Nella genesi dell'amido il gruppo CO ossia il carbonile dell'anidride carbonica si combina con l'idrogeno dell'acqua, mentre tutto l'ossigeno di questa e la metà dell'ossigeno dell'anidride si svolge, imperocchè il carbonile è un composto più stabile dell'acqua. Questa verità è stata sperimentalmente dimostrata da Boussingault, Deheran e da altri autori. Nella trasformazione di CO^2 ed H^2O in amido ed in ossigeno, le curve molecolari diminuiscono, e quindi le energie, le velocità attuali diminuiscono, e le rette e quindi le energie, le velocità potenziali crescono e per stabilire l'equilibrio delle velocità attuali viene assorbita della forza viva in forma di calorico e di luce, di qui il perchè l'elaborazione della linfa ossia la conversione della materia minerale in materia organizzabile non ha luogo senza il concorso della luce e di una certa temperatura, la cui forza viva si fissa, passando allo stato potenziale nelle molecole, e le fa espandere per estricarsi e ripassare allo stato di energia attuale nell'atto della combustione delle piante. Dal sole vengono dunque i primi impulsi, i primi motori che animano le piante. La frescura, che si sente in estate nei boschi e nelle foreste, è un fatto che prova sempre più che le piante vegetando nascondono del calorico sensibile ossia convertono di questo calorico in calorico latente. Negli organi verdi formansi anche le materie proteiche e segnatamente l'albumina per la reazione dell'amido o della destrina sopra i sali ammoniacali od i nitrati, e sopra materie minerali contenenti del solfo (idrogeno solforato, sol-

fati) e del fosforo (fosfati, gaz idrogeno fosforato). « Mentre il parenchima serve a condurre le materie non azotate, le cellule allungate ed a pareti sottili dei fascetti fibro-vascolari sono soprattutto destinate a condurre le materie proteiche (Sachs) ».

La quantità di materie organiche che le piante formano è uguale alla quantità di materie greggie che assorbono meno la quantità di materie minerali eliminate. Il valore di ciascuna di queste tre quantità può essere determinato per via dell'esperienza. Con due metodi diversi si è giunti a riconoscere le materie che le piante assorbono dall'atmosfera e quelle che versano nella medesima: 1° mettendo a vegetare una pianta sotto una campana piena d'aria che non può rinnovarsi e facendone l'analisi dopo un determinato tempo; 2° ponendo a germinare un seme o un dato numero di semi nella sabbia pura, bagnandoli con acqua stillata, e lasciandoli vegetare col solo alimento che li può fornire quest'acqua e l'aria. Per mezzo dell'analisi si riscontra quindi la composizione chimica delle piante con quella dei semi prima della germinazione, che si può con facilità conoscere per via di altri semi affatto simili e dello stesso peso. Col secondo metodo Boussingault ed altri chimici riconobbero che le piante assorbono dell'ammoniaca e ne fissano l'azoto: alcune famiglie di piante (leguminose...) possono anche assorbire l'azoto libero. Col primo metodo si è riconosciuto che l'aria in cui si fa vegetare una pianta, perde sotto l'azione della luce CO^2, e guadagna un volume d'ossigeno un poco più piccolo di quello di CO^2. Nell'oscurità entro il vaso in cui la pianta ha vegetato si trova una quantità eccedente di CO^2 ed un difetto d'ossigeno. Mancando la luce, l'azione rimane dunque invertita, dimodochè di giorno l'ossigeno si sviluppa ed il carbonio si fissa, e di notte si svolge CO^2 e viene assorbito dell'ossigeno, ma la quantità di CO^2 che le piante sviluppano di notte è minima in paragone della considerevole quantità che ne assorbono e scompongono di giorno, perchè tutte le materie organiche contengono del carbonio il quale viene fornito da CO^2. Gli organi non coloriti in verde, sotto l'azione

della luce, operano come gli organi verdi all'oscuro, vale a dire assorbono dell'ossigeno e svolgono CO^2. Le radici ed altri organi vegetanti sotterra si trovano nel medesimo caso, e l'ossigeno che assorbono è loro talmente necessario, che trovandosene prive, bentosto muoiono. L'esalazione di CO^2 da tutta la superficie della radice aiuta la soluzione di certe materie troppo resistenti e viene poscia assorbito dai succhiatoi della stessa radice.

Gli organi verdi all'oscurità respirano come gli animali cioè assorbono O ed eliminano CO^2; sotto l'azione della luce la loro respirazione è opposta a quella degli animali cioè assorbono CO^2 ed eliminano O: essi inoltre esalano e possono anche assorbire dell'acqua. Deheran ha dimostrato: che l'esalazione o l'evaporazione dell'acqua dalle foglie si eseguisce in condizioni affatto differenti da quelle che determinano l'evaporazione di un corpo inerte, perchè essa continua in un'atmosfera satura: che quest'evaporazione è soprattutto determinata dalla luce: che i raggi luminosi efficaci per operare la scomposizione di CO^2 nelle foglie sono anche quelli che favoriscono l'evaporazione, lo che dimostra esistervi una relazione tra l'elaborazione della linfa e l'esalazione. I corpi gassosi entrano ed escono dalle foglie soprattutto dalle aperture dette stomi.

La linfa, elaborata che sia, si muove verso i tessuti giovani per recare loro i materiali di cui abbisognano per crescere e per generare altri tessuti; essa fornisce pure alle ghiandole i materiali da trasformarsi in speciali prodotti. Con i materiali forniti dalla linfa elaborata, i tessuti si inspessiscono e riempiono le loro cavità delle opportune sostanze; ogni anno tra la corteccia ed il legno dei rami e dei fusti delle piante dicotiledoni formasi un nuovo strato d'alburno, ed un nuovo foglio di corteccia; i fascetti fibro-vascolari dei fusti monocotiledoni generano dei nuovi fascetti i quali si allungano superiormente e si innoltrano inferiormente, assottigliandosi giù giù tra i fascetti che già esistono; i fascetti fibro-vascolari delle piante acotiledoni si allungano superiormente e fanno crescere la pianta in altezza; le ghiandole prepa-

rano i sughi proprii. I materiali organici primordiali elaborati negli organi verdi nel recarsi ai rispettivi tessuti e fissarsi nei medesimi si modificano e si convertono in altri materiali. L'amido si cangia in desterina, zucchero, cellulosa od in altri analoghi materiali. Tutti questi corpi sono isomeri con l'amido o non differiscono che per contenere in più od in meno gli elementi di una o più molecole di acqua. L'albumina si modifica anch'essa e genera la fibrina, la leguminina, la caseina ed altre materie proteiche. Così, per esempio, l'amido nel generare gli organi elementari si modifica e si cangia in cellulosa; l'albumina a suo turno si modifica anch'essa e si converte parzialmente in fibrina. Una parte piccola degli indicati materiali, non stata impiegata per la genesi dei tessuti, penetra nelle ghiandole sotto la cui azione viene trasformata in sostanze particolari proprie di una sola specie o di un piccolo numero di specie di piante. I materiali organici elaborati negli organi verdi o da essi derivanti per semplici modificazioni diconsi generali perchè esistono in tutte le piante; gli altri preparati dalle ghiandole diconsi speciali. Ciascuna pianta si può considerare come una macchina che trasforma la materia minerale in materiali organici generali atti a costrurre i tessuti che la informano, e che converte i materiali generati, non stati impiegati per generare i tessuti, in materiali speciali. Così per es., le cincone sono piante che oltre di fabbricare dei materiali organici generali comuni alle altre, fabbricano la chinina, la cinconina, l'acido chinico... E così dicasi dei papaveri bianchi che fabbricano la morfina, la narcotina, l'acido meconico... e delle altre piante. I materiali speciali, preparati dalle ghiandole, chiamansi *secrezioni*, se restano dentro i tessuti delle piante e soprattutto nei vasi proprii, ed *escrezioni* se vengono espulsi fuori delle piante. Sono escrezioni i liquidi acidi del cece; le materie viscose del cisti, delle silene, la manna del frassino... sono secrezioni la salicina dei salici, la chinina, la cinconina delle cincone, l'acido citrico dei cedri...

Per costrurre le piante non bastano i materiali organici,

ma sono ancora necessarie delle piccole quantità di materie minerali alquanto diverse nelle differenti piante, e nei differenti organi della stessa pianta, come risulta dall'analisi delle ceneri che si ottengono per mezzo della combustione. Le ceneri delle piante terrestri sono ricche di sali di potassa, quelle delle piante marine di sali di soda; le ceneri delle leguminose contengono delle quantità notevoli di solfato di calce; quelle delle graminacee delle quantità considerevoli di silice. Le ceneri delle foglie sono alquanto diverse da quelle dei rami, delle radici, dei semi... della stessa pianta. Ogni pianta ha dunque bisogno di particolari materie minerali per vegetare, senza delle quali o muore o vegeta meschinamente senza poter giungere al suo completo sviluppo. Le graminacee non producono i loro semi senza l'intervento di una certa quantità di fosfato di calce e di soda e di una minima quantità di litina. L'*aspergillus niger*, che apparisce sopra una fetta di cedro esposta all'aria, ha bisogno per il suo completo sviluppo di piccole tracce d'ossido di zinco.

Nella costruzione degli edifizi vegetabili i materiali si muovono e si recano nei luoghi in cui si debbono costrurre i nuovi tessuti o completare quelli che già esistono. Oltre i moti proprii degli atomi e delle molecole chimiche e fisiche, si debbono nelle piante distinguere i moti dei centri superiori e primieramente quelli dei microzimi, ossia delle piccolissime granulazioni molecolari che risultano direttamente dall'aggregazione di più molecole fisiche. I microzimi sono animati di moto oscillatorio e si trasferiscono da un luogo in un altro: essi circolano dentro i rispettivi recipienti e passano dagli uni agli altri attraversandone per endosmosi le membrane da cui sono circondati. L'osservazione difatti ci insegna che i microzimi contenuti nei giovani organi elementari e soprattutto quelli che trovansi nelle cellule e nei vasi proprii sono animati di un moto circolatorio, e passano da una in un'altra cellula, da uno in un altro vaso. Il professore Schnetzler esaminò in questi ultimi tempi la rotazione del protoplasma nelle cellule delle foglie di anacaride. Al-

lorchè si assiste, scrive questo distinto fisiologo, alla messa in movimento del protoplasma delle cellule, vedonsi delle molecole (granulazioni molecolari) che si scuotono dapprima isolatamente, e poi poco a poco scivolano lungo delle pareti, quelle che sono dietro le seguono finchè tutta la rotazione sia stabilita. I microzimi a misura che si fissano nei tessuti per generare gli organi elementari, si compongono in risultante, e senza perdere il loro proprio moto oscillatorio si fanno a gravitare ed oscillare intorno al centro dell'organo che informano, nel quale moto consiste la contrattilità degli organi elementari. In ciascun organo elementare si debbe distinguere la contrattilità propria dell'organo, la contrattilità dei microzimi ed i moti dei centri inferiori, e si debbono inoltre distinguere, se l'essere vegetabile non consiste in un solo organo elementare i moti di contrattilità degli organi superiori e dell'intiera pianta. Un essere vegetabile è dunque una particolare forma viva che comprende in se delle forme vive di più in più piccole, finchè si giunga alla forma viva atomica in cui non sono più comprese delle forme vive minori. La causa dei movimenti di contrattilità e degli altri moti delle piante è inerente alla materia che si muove ed è una conseguenza della virtù che ha il principio attivo da cui è animata di gravitare, oscillare ed anche girare intorno più centri e di generare organismi diversi secondo gli ordini della ragione universale.

La forma viva di una pianta è compresa nelle forme vive superiori e si manifesta in modo da mantenere l'equilibrio e l'armonia tra le forme vive minori da cui è formata, e le forme vive maggiori che concorre a formare, e varia il suo modo di manifestarsi al variare delle forme vive in cui vegeta, ossia al variare delle condizioni, delle ragioni. In primavera i diversi ordini di contrattilità delle piante vivaci e di quelle perenni si svegliano, le radici assorbono, la linfa ascende e reca alle gemme i materiali per costrurre le foglie ed i rami, i quali organi crescono e si completano nell'estate e nell'autunno, indi in generale le foglie cadono e la vegetazione diviene come stazionaria durante il fine dell'autunno

e l'inverno. La circolazione della linfa, massima in primavera, segue una progressione decrescente fino al mese d'agosto, nella quale epoca cresce di nuovo per produrre le gemme ed altri centri organici, ed indi torna a decrescere e diviene quasi nulla nell'inverno, per divenire di nuovo massima in primavera e così di seguito. Lo sviluppo di una gemma si può paragonare alla germinazione di un seme, colla differenza che il sistema discendente del seme si insinua direttamente nella terra, mentre quello di una gemma si insinua nella pianta su cui la gemma si sviluppa. Difatti le gemme nello svilupparsi generano superiormente le foglie ed i rami ed inferiormente dei fascetti fibro-vascolari che si insinuano nel fusto o nel ramo formatosi nell'anno precedente. Le gemme nello svilupparsi si costituiscono in uno stato elettropolare come gli embrioni; le forme vive che generano, gravitano ed oscillano intorno alle altre forme vive maggiori; e le loro correnti e circolazioni parziali si individuano nelle altre correnti proprie della pianta. Le correnti e le circolazioni parziali dei ramoscelli si individuano in quelle dei rami, quelle dei rami minori in quelle dei rami maggiori, le quali infine si individuano nella corrente generale del fusto. Lo stato elettropolare e la contrattilità sono la causa delle correnti elettriche e della circolazione dei liquidi nelle piante. Le principali condizioni estrinseche che eccitano le polarità elettriche ed i moti di contrattilità nelle piante sono la differenza tra la temperatura della terra e la temperatura dell'aria, e le variazioni continue del grado di calore e di luminosità. Il grado di calore e di luminosità per un certo periodo dell'anno cresce, e per un altro periodo diminuisce, di giorno cresce e di notte diminuisce, di guisa che le piante sono sottomesse ora ad un progressivo aumento, ora ad una progressiva diminuzione di calore e di luminosità. Come una tormalina non acquista la polarità elettrica se non viene sottoposta ad una temperatura crescente o decrescente, e quando la temperatura da crescente diviene decrescente o reciprocamente i poli si invertiscono, così debbe avvenire per una pianta, le cui polarità debbono

di giorno in cui la temperatura cresce essere diverse da quelle notturne in cui la temperatura diminuisce, di qui il perchè le piante di giorno funzionano diversamente che di notte.

Che le diverse parti delle piante si trovino in istato elettropolare e siano percorse da elettriche correnti, viene in un modo evidente dimostrato dalle sperienze di diversi fisici e soprattutto da quelle di Becquerel e di Wartmann. Questi eminenti fisici inserendo nelle diverse parti di una pianta delle punte o lamine di platino, messe in comunicazione colle estremità di un galvanometro, hanno ottenuto delle correnti elettriche in tutte le parti della pianta ed in tutte le stagioni dell'anno. Le radici e tutte le parti interne delle piante riempite di linfa sono negative per rispetto alla superficie più o meno umida delle foglie, dei fiori, dei frutti e dei giovani rami. Se l'una delle punte del galvanometro è immersa nel suolo in vicinanza delle radici di una pianta, e l'altra trovasi in contatto delle foglie, oppure è inserta nella corteccia, si manifesta una corrente, la quale indica che la terra è carica di un eccesso di elettricità positiva, e le scorze e le foglie di elettricità negativa. Buff trovò una corrente che va dalle radici verso le foglie attraverso alla pianta. I moti di contrattilità delle piante sono dimostrati da che se si taglia il fusto od un ramo di una pianta in corso di vegetazione, si vedono gli organi messi allo scoperto muoversi e contrarsi.

La vita di una pianta è proporzionale al lavoro che produce. Il principale lavoro delle piante si può dividere in lavoro di costruzione e lavoro di elaborazione. Il lavoro di costruzione è proporzionale alla quantità dei tessuti prodotti; la quantità dei tessuti prodotti è proporzionale alla quantità dei materiali assimilati ossia ordinati e fissati nei diversi tessuti, la quantità dei materiali assimilati è proporzionale alla quantità dei materiali elaborati, ossia alla quantità di materia minerale trasformata in materia organica; la quantità dei materiali elaborati è proporzionale alla quantità di materia minerale e di forza viva assorbita dall'esterno; ciò posto la

vita delle piante è in ultima analisi proporzionale alla quantità di forza viva assorbita e di materia minerale trasformata ed assimilata, o con altre parole alla quantità di motore e di materia elaborata ed ordinata. D'inverno le piante sospendono la vegetazione soprattutto per mancanza di motore ossia di forza viva calorigena. In primavera il lavoro di costruzione prevale su quello di elaborazione, in quanto che i materiali organici debbono fabbricare le foglie destinate per elaborarli; come le foglie sieno formate, il lavoro di elaborazione prevale su quello di costruzione in quantochè una porzione di materiali elaborati viene posta in serbo per servire alla costruzione delle foglie nell'anno susseguente. Il lavoro di costruzione in primavera è proporzionale al numero ed all'ampiezza delle foglie prodotte; il numero delle foglie è proporzionale al numero delle gemme. La linfa essendo il liquido che reca alle gemme i materiali di costruzione, si comprende quindi il perchè lo sviluppo delle gemme in primavera promuove l'assorbimento della linfa, e la quantità che ne viene assorbita è ad un di presso proporzionale al numero delle gemme. Quando le piante hanno spiegate le gemme, Hales, Duhamel e Sennebier hanno riconosciuto che l'assorbimento è proporzionale al numero delle foglie ed alla loro superficie, proporzionale cioè all'area degli organi verdi. Gli stessi autori hanno pure riconosciuto che le piante assorbono più in primavera, meno in estate e meno ancora in autunno, e che l'assorbimento è maggiore al sole che all'ombra. Nell'inverno l'assorbimento è nullo o quasi nullo.

Le forze fisiche e vitali, i diversi ordini di operai nell'edificare le piante, seguono la legge di simmetria. I fascetti fibro-vascolari sono con ordine distribuiti nei differenti tessuti; gli strati annui delle piante dicotiledoni, tranne rare eccezioni dipendenti da particolari condizioni, offrono lo stesso spessore e la stessa struttura in tutta la periferia. Le disposizioni delle foglie dipendono dalla disposizione dei fascetti fibro-vascolari dei fusti; tutte le espansioni filari, tutte le appendici laterali hanno la stessa origine, presentano le stesse

simmetrie, e lo stesso angolo di divergenza nella medesima specie di piante. Fra le monocotiledoni, come fra le dicotiledoni, il cotiledone riceve in generale, come tutte le altre foglie, un numero impari di fascetti e la sua simmetria, e quindi quella di tutte le appendici è la stessa nelle due grandi classi (Tieghem). Ogni organo ha una struttura simmetrica sua propria in relazione con le funzioni che debbe eseguire. Le radici sono costrutte in modo da tendere a recarsi verso la terra, ossia verso i luoghi in cui si trovano le sostanze che devono assorbire. I cirri sono fatti in modo da avvicinarsi ai pali a cui debbono attaccarsi per sollevare le piante. Pongasi a certa distanza da una pianta cirrifera un palo, la si vedrà dirigersi verso il palo, e se si cangia il luogo del palo, la pianta muta anche direzione. Le foglie, i fusti sono edificati in modo da tendere verso la luce ossia verso l'agente necessario all'esercizio delle loro funzioni... I peduncoli piegati a spira dei fiori femminei della *vallisneria spiralis* sono costrutti in modo che alla epoca della fecondazione si spiegano per recare i fiori fuori dell'acqua, ed avvenuta la fecondazione tornano ad attorcigliarsi onde sommergere nell'acqua gli ovari fecondati. Le funzioni che compie un organo sono in rapporto armonico con quelle che eseguiscono gli altri organi, e da questa armonia nasce l'unità suprema d'ogni individuo vegetabile. La quantità e natura delle materie assorbite dalle radici e da altri organi sono in relazione con la quantità e natura delle materie che possono elaborare le foglie..., la quantità e natura delle materie elaborate dagli organi verdi sono in armonica relazione con la quantità e natura di materiali richiesti per la costruzione dei diversi organi. Ben con ragione l'immortale Ippocrate parlando della corrispondenza delle parti che costituiscono un essere vivente disse: *Consensus unus, conspiratio una, consentientia omnia.* Ben con ragione Kant ed altri filosofi, seguendo le orme degli eminenti naturalisti Brown e Cuvier, dissero: *La ragione della maniera di essere di ciascuna parte di un corpo vivente risiede nel tutto insieme.*

Ogni specie di pianta ha una forma ed anche una strut-

tura più o meno diversa da quella delle altre specie, che sono in relazione con l'insieme delle funzioni che debbe compiere e con le condizioni estrinseche. Le piante acquatiche, vivendo in un mezzo diverso da quello in cui vivono le altre piante, hanno anche una struttura affatto diversa. Le foglie per es., delle piante acquatiche non hanno nè epidermide, nè stomi, nè ossatura vascolare come quelle delle piante aeree. Quando le piante vegetano in parte nell'aria ed in parte nell'acqua, la struttura della porzione aerea è affatto diversa da quella acquatica. « In una pianta fiorita di otricolaria, scrive Tieghem, si debbono distinguere due esseri diversi inseriti l'uno sull'altro, l'essere acquatico e l'essere aereo (sommità fiorita), essendochè la struttura anatomica del primo è affatto diversa da quella del secondo ».

La massima parte delle piante, oltre i moti che hanno per iscopo la nutrizione o la riproduzione, eseguiscono ancora degli altri particolari movimenti. Le foglie del massimo numero delle piante sul tramontare del sole prendono delle giaciture diverse da quelle che avevano di giorno. Alla mattina tornano a muoversi per prendere la primitiva giacitura. Linneo chiamò *sonno delle piante* la disposizione particolare che desse prendono durante la notte. Le piante che dormono, osservate in un'oscurità che permetta appena di distinguere gli oggetti o soltanto pendente il crepuscolo, presentano una fisionomia diversa da quella che hanno di giorno. Le foglie composte sono più che le semplici sottoposte al sonno, e si adattano alle giaciture più svariate, essendochè in questa sorta di foglie, non solo i pezioli possono muoversi sui rami e le foglie sopra il nervo medio, ma ancora i picciuoletti parziali sul peziolo comune. Le foglie della sensitiva (*mimosa pudica*) leggermente toccate con qualche corpo si contraggono, avvicinandosi ed applicandosi le une sulle altre. Quelle della *dionea muscipola* si piegano sulla nervatura mediana allorchè si toccano, e fanno prigionieri gli insetti che sopra vi si posano d'onde il nome di *acchiappamosche* dato a queste piante. Le foglie delle ossalidi, delle acacie e di altre piante sono anche eccitabili ma in un grado minore delle mentovate. Le

foglioline dell'*hedysarum gyrans* sono animate di un moto particolare loro proprio. Certi fiori si muovono sui loro peduncoli e prendono nelle diverse ore del giorno delle posizioni che paiono seguire il corso del sole: questi fiori detti *eliotropi*, per es. il girasole, tendono a conservare un certo rapporto tra la loro direzione e quella dei raggi solari. Il fiore della *victoria regia* gira sopra se stesso come una sfera attorno di un asse, ed il suo moto ora è diretto dal nord-est al nord-ovest, ora dal nord-ovest al nord-est. La causa degli indicati e di altri analoghi movimenti risiede nella particolare struttura degli organi, le cui proprie forze sono eccitate a produrli ora dalle ragioni intrinseche ora da quelle estrinseche, ora ad un tempo dalle une e dalle altre.

Come l'universo si compone d'atomi naturalmente individuati in esseri di più in più grandi, così il regno vegetabile (come pure gli altri due regni minerale ed animale) si compone d'individui vegetabili che l'umano intelletto ha per mezzo d'idee di più in più generali ordinati in gruppi (specie, generi, famiglie. . . .) di più in più grandi. L'individuazione di più atomi genera la molecola chimica; la riunione di più piante, di più individui vegetabili simili dà la specie; l'individuazione di più molecole chimiche genera la molecola fisica; la riunione di più specie le più simili ad una specie presa per tipo dà il genere; l'individuazione di più molecole fisiche genera una cellula, o un astro; la riunione di tutti i generi che maggiormente somigliano ad uno preso per tipo dà la famiglia e così di seguito per tutti gli altri gruppi superiori: le famiglie danno l'ordine o la classe: le classi, il tipo organico, ed i tipi organici danno infine il regno vegetabile od animale secondochè si tratta di piante o di animali. Il regno vegetabile comprende dunque tutti gli individui vegetabili: esso si divide primieramente in tipi: ciascun tipo si divide in classi: ciascuna classe in famiglie: ciascuna famiglia in generi: ciascun genere in specie, e ciascuna specie in individui affatto simili o per poco diversi, i quali vengono ancora aggruppati in varietà o razze. Una pianta qualunque, sia dessa erbacea, sia arborea, sia costituita di un solo or-

gano, oppure di un grandissimo numero d'organi è un individuo, giacchè tutte le parti che formano una pianta, sia piccola che grande, cospirano insieme onde comporne un'unica somma, una sola risultante che costituisce l'unità individuale della pianta.

La divisione del regno vegetabile in tipi, classi, famiglie... chiamasi classazione. Le classazioni delle piante riescono diverse a seconda dei caratteri ossia delle idee generali da cui si parte. La natura non ha classificato nè gli individui vegetabili, nè gli animali: essa si limitò nel generarli di passare dal semplice al complesso. Non ostante gli sforzi uniti di tanti insigni naturalisti non si giunse diffatti finora a riunire gli esseri poliorganici in gruppi naturali, ossia in gruppi di analoga fisionomia. Iussieu fonda la sua pretesa classazione naturale sopra la presenza o mancanza dei cotiledoni, sopra il numero dei cotiledoni, sopra l'essere le piante apetale, monopetale o polipetale, e sull'inserzione epigina, perigina od ipogina degli stami e della corolla. Endlicher rigetta la distinzione di piante in perigine ed ipogine; Brougniart sopprime tutte le apetale e le ripartisce fra le polipetale; Lindley non ammette alcuna divisione fondata sopra la corolla monopetala o polipetala; Decandolle introduce nel metodo di Iussieu delle profonde modificazioni; Payer cerca nell'organogenia i caratteri del metodo naturale e si sforza non solo di modificare, ma di distruggere affatto il metodo di Iussieu. La famiglia delle *hernandiacee*, stabilita da alcuni botanici, viene distrutta dal Meissner ed i suoi generi rapportati alcuni alla famiglia delle laurinee, altri a quella delle timelacee. Il genere *verrucaria* viene diviso da Massalongo in una ventina di generi. Alcuni botanici rapportano ai fungi delle piante che altri considerano come dei licheni... Tutte le classazioni sono quindi artificiali. La natura è libera ed immensamente variabile nelle sue operazioni, nelle cose che produce e non soffre di essere vincolata e non si sottomette alle regole arbitrarie che noi vogliamo imporle (Brougniart). I naturalisti, invece di ostinarsi a cercare ciò che non vi è, invece di creare continuamente delle nuove classi, delle nuove

famiglie, dei nuovi generi, delle nuove specie, e di riempire così i libri di una farragine di nomi nuovi, invece di distruggere gli uni ciò che gli altri hanno stabilito, sarebbe meglio che s'intendessero fra loro sulla migliore classificazione da adottarsi, giacchè metodo naturale non esiste.

Soglionsi chiamare: *sistemi* le classazioni fondate sopra caratteri tratti da un solo organo, o sopra caratteri di piccolo valore; *metodi* le classazioni fondate sopra caratteri tratti da più organi ad un tempo, o sopra caratteri di grande valore, e come tali si risguardano quelli che sono costanti ed accompagnati da altri caratteri. La presenza o mancanza dell'embrione, il numero dei cotiledoni, l'essere l'ovario libero od aderente, sono considerati come caratteri di grande valore, perchè quando non vi è l'embrione, non vi è fiore propriamente detto, nè cotiledoni, e quando vi è l'embrione vi è il fiore ed i cotiledoni; quando vi ha un solo cotiledone la radicina è acchiusa in un particolare astuccio.... quando vi hanno due o più cotiledoni la radicina è libera; quando l'ovario è libero, il calice è dialisepalo, i stami sono ipogini... quando l'ovario è aderente il calice è gamosepalo, gli stami sono epigini o perigini. Le primarie divisioni delle piante, essendo tutte fondate sopra caratteri di grande valore, ne viene che comprendono nelle diverse classazioni ad un dipresso le stesse piante, perchè le piante fanerogame di Linneo corrispondono alle cotiledonee di Iussieu, alle embrionate di Richard, ed anche con piccole varianti alle vascolari di Decandolle, mentre le crittogame di Linneo corrispondono alle acotiledonee di Iussieu, alle inembrionate di Richard, ed alle cellulari di Decandolle... Si considerano come caratteri di minore valore quelli desunti dalle varie modificazioni della corolla e del calice, dal numero e dalla proporzione degli stami, dalla diversa struttura del fusto, dalla presenza o mancanza delle stipole... Questi ed altri simili caratteri servono soprattutto a formare e distinguere le classi, le famiglie ed i generi, e siccome in generale non presentano tra loro alcun rapporto, così le divisioni fondate sopra i medesimi riescono per lo più diverse a seconda dei caratteri da cui si parte.

Si considerano come caratteri assai soggetti a variare e quindi di piccolo valore quelli tratti dai differenti modi d'infiorescenza, dalla forma e disposizione delle foglie, dalla grandezza dei fiori, dalla forma del fusto... Questi caratteri servono soprattutto per stabilire e distinguere le specie, e siccome i diversi botanici nel formarle s'appoggiano in generale sugli stessi caratteri così le specie che istituiscono si accordano per lo più tra di loro... In tutte le classazioni vi hanno dei gruppi che sembrano naturali, inquantochè le piante che comprendono, offrono la stessa fisionomia; di quelli che comprendono piante poco somiglianti; di quelli che distinguonsi facilmente e per molti caratteri dagli altri gruppi, e di quelli che per poco distinguonsi dagli altri e talvolta tra loro si confondono da far sorgere quistione se certe piante anzi ad uno che ad un altro gruppo si debbano rapportare. Così per esempio la *datura stramonium* differisce poco dalla D. *tatula*, di più da D. *metel* e di più ancora dalla D. *ceratocaula*. Naudin, dietro queste ed altre simili considerazioni, stabilì cinque gradi di specie o di specieità, in cui le differenze diminuiscono a partire dal primo grado andando verso l'ultimo. Lo stesso Naudin ha riconosciuto che esistono delle gradazioni fra la specieità la più forte e quella che lo è meno, e che vi ha una gradazione fra lo stato della specie assoluta e quello della varietà anche passeggera. Per l'identità di specie non si richiede quindi la somiglianza perfetta, perchè allora converrebbe far tante specie quanti sono gli individui, non trovandosene mai dei completamente simili, ma solo quella tal somiglianza che consiste nell'insieme dei caratteri di maggiore importanza. Nelle specie le più conosciute spesso si vede che gli individui nati da semi raccolti dalla stessa pianta, non conservano sempre gli stessi gradi di somiglianza coi genitori, ma offrono delle differenze di vario grado, a seconda delle condizioni in cui si trovano, locchè dimostra semprepiù che il modo di essere e di vivere delle piante varia al variare delle condizioni, senza però variare di specie. Ora differiscono solo in quanto al colore, allo sviluppo e all'assenza dei peli, alla maggiore o minore

compattezza dei tessuti, grandezza dei fusti, delle foglie, dei fiori; ora presentano delle differenze più profonde consistenti in una mutazione nella figura delle foglie, del fiore, del frutto, in un cambiamento dell'infiorescenza, nell'epoca della fioritura. Gli individui che differiscono poco dagli altri della medesima specie e le cui differenze spariscono colla riproduzione e col cessare delle condizioni che ne sono causa, costituiscono delle *varietà:* quelli poi che presentano delle differenze più rilevanti ed i cui caratteri si conservano e si trasmettono per semi, costituiscono delle *razze* o delle *sotto-specie.* Le classazioni le più ricevute sono il metodo di Iussieu modificato da Decandolle ed il sistema di Linneo, il quale essendo soprattutto fondato sulle varie modificazioni che presentano gli organi sessuali, fu perciò chiamato sistema sessuale. Chi si fa a studiare le piante debbe incominciare col sistema di Linneo e completare il suo studio col metodo di Iussieu, nel quale si ebbe cura di riunire nel medesimo gruppo le piante che offrono maggiori tratti di somiglianza.

CAPITOLO II.

Degli esseri animali.

Il regno animale si compone, come il vegetabile, di una serie di esseri, di organismi gli uni più complessi degli altri: questa serie principia da animali semplicissimi consistenti in una sola cellula animata da pochi movimenti, ed ascende gradatamente per organismi sempre più complessi, e finisce nell'uomo, essere complicatissimo, animato di un numero indefinito di moti diversi e che differisce per modo da tutti gli altri animali, da costituire un distinto e particolare gruppo: gli animali distinguonsi soprattutto dalle piante: 1° per la natura delle sostanze prime di cui si nutrono: le piante si nutrono di materie minerali, gli animali di sostanze state preparate dalle piante. 2° Per la natura delle specie atomiche e chimiche che costituiscono i loro organismi: i tessuti, gli organismi delle piante sono essenzialmente costituiti da una specie chimica ternaria (cellulosa) composta di carbonio, idrogeno ed ossigeno: quelli degli animali da una sostanza quaternaria composta di carbonio, idrogeno, ossigeno ed azoto. 3° La materia minerale nel convertirsi in materiali idonei all'edificazione delle piante si espande ed assorbe dall'esterno della forza viva e soprattutto del calorico; la vita delle piante si arresta se il luogo in cui vivono non può fornirle una quantità sufficiente di forza viva. La materia organica nell'edificare gli animali si contrae e sviluppa contraendosi la quantità di forza viva necessaria per la loro vita: di qui il perchè la vita degli animali non si arresta quand' anche la temperatura dell' ambiente sia molto bassa, non però così fredda da opporsi alle trasformazioni nelle quali risiede la vita animale. 4° Negli organismi animali vi esiste un tessuto nerveo il cui modo d'essere e di muoversi rende gli animali sensibili e consapevoli delle impressioni sì esterne che in-

terne, ed un tessuto muscolare in grazia del quale si muovono, come viene ordinato dal tessuto nerveo, ossia in modo da soddisfare ai loro naturali bisogni: nelle piante non esistono queste due specie di tessuti, ed i moti da essi dipendenti, di qui il perchè le piante non vi trasportano da un luogo all'altro, e di qui anche il perchè, mentre gli animali si muovono in cerca delle sostanze capaci di nutrirli, le piante sono fisse al suolo e verso di esse si muovono le materie nutritizie. Si comprende il perchè le sostanze che servono di alimento alle piante sono diffusive, mentre quelle di cui si nutrono gli animali sono colloidi, ed il perchè nella vegetazione delle piante le sostanze diffusive vengano convertite in colloidi, e nella vita degli animali le sostanze colloidi si trasformino in quelle cristalloidi. Giova però aggiungere che i gradi infimi dei due regni vegetabile ed animale comprendono degli esseri piccolissimi che partecipano della natura dei due regni, e di essi, alcuni naturalisti fecero un regno intermedio, cioè il regno dei *zoofiti* che comprende le oscillarie, le zoocarpee e le coniugate. Inoltre gli animali inferiori mancano di tessuto nerveo o lo hanno non ben distinto ed allo stato rudimentale.

La scienza che tratta dei diversi animali e dei rapporti che presentano fra loro e cogli altri esseri, chiamasi *zoologia*. Questa scienza si divide, come la botanica, in *zoogenia* che studia la genesi degli animali: *anatomia* che ne studia la forma e la struttura: *fisiologia* che ne investiga le funzioni ossia le velocità onde sono animati: *tassonomia* che si occupa della classificazione, e *geografia zoologica* che esamina di quali specie d'animali siano popolate le diverse parti della terra.

Tutte le specie poliorganiche furono la prima volta direttamente generate dalla terra ed hanno la virtù di riprodursi o col mezzo di organi appositi (*generazione sessuale*) o senza organi speciali (*generazione asessuale, agamica*). Gli animali, tranne i più inferiori, sono tutti muniti di organi appositi per la riproduzione. La generazione agamica può effettuarsi per *scissione*, per *gemme*, e per *germi* o *spore*. La G. scis-

sipara consiste in una semplice divisione del corpo dell'animale in due o più parti, ciascuna delle quali riproduce l'animale intiero: questa generazione ha luogo nelle idre ed in altri infusorii: il corpo dell'idra in qualunque direzione venga diviso, ogni pezzo riproduce un polipo, un'idra. La G. gemmipara consiste nella produzione di tante gemme o bottoni all'esterno del corpo, che si sviluppano fino ad avere le forme dell'individuo che li sopporta, e si staccano quindi per vivere di vita propria ed indipendente. Un simile modo di generazione, comune fra gli animali della classe dei polipi, ha anche luogo nelle tenie, e fu pure osservato in un verme di mare della famiglia delle nereidi (*Syllis prolifera*). La G. germipara consiste nella formazione interna di germi o spore che si sviluppano in altrettanti individui simili al progenitore. Questo processo di generazione ha luogo in alcuni elminti, ed è negli infusorii più frequente che i due processi della gemmazione e della scissione. Gli infusorii che si riproducono in questo modo, generalmente si *incistidano*, ossia raccolgono il corpo a forma di sfera, e trasudano nello stesso tempo un umore che si condensa in membrana periferica, formante un inviluppo che si rompe al momento dell'emissione della prole. Questo modo di generazione è talvolta preceduto da un speciale accoppiamento che fu chiamato *zigosi*. A tale effetto due infusorii della stessa specie, e raramente tre o quattro, si avvicinano, si congiungono, e finiscono anche per saldarsi l'un l'altro, secernendo, il più delle volte, una materia plastica, la quale condensandosi forma le pareti di una cistide comune. Si riproducono in questo modo gli animaletti unicellulari, detti gregarine, che vivono parassiti nell'intestino di molti insetti e vermi.

La generazione sessuale si compie mediante due speciali organi, femmineo e maschile, di cui l'uno produce le uova e l'altro lo sperma, di cui l'uno probabilmente fornisce la materia e l'altro la forma e la ragione. Nelle uova non si forma e si sviluppa l'embrione, se non vengono fecondate dallo sperma. Alcune specie di farfalle farebbero eccezione a questa legge, furono cioè vedute femmine (*Lucina parte-*

nogenesis) perfettamente isolate fin dal precedente stato di larva o di crisalide, deporre le uova e da queste nascere in seguito altrettanti bruchi. Le uova in alcuni animali si attaccano alla parete dell'utero materno onde riceverne il necessario nutrimento, e si sviluppano entro il ventre stesso delle femmine, le quali partoriscono perciò figli vivi e sono quindi vivipare, a differenza delle altre che sono ovipare od ovovivipare secondochè le uova vengono covate fuori o dentro il ventre della madre. Le vipere, i blennii, le pecilie... sono ovovivipari; essi, dopo averle generate, somministrano un ricovero nel loro ventre alle uova, le quali, possedendo materiali sufficienti per l'edificazione del nuovo essere, potrebbero anche svilupparsi fuori del ventre materno, locchè non può avere luogo negli animali vivipari le cui uova ricevono a poco a poco i materiali per lo sviluppo dell'embrione dalla stessa madre.

Dalle molecole dell'uovo e da quelle dello sperma nasce nell'atto della fecondazione la prima ragione, la prima forma viva, la prima premessa, il primo impulso da cui successivamente derivano le ragioni, le forme vive, le conseguenze, gli impulsi che costituiscono la vita del nuovo individuo che si va edificando.

Il secondo stato, il secondo modo d'essere è effetto del primo stato, del primo modo d'essere, e cagione del terzo stato, del terzo modo d'essere, e così dicasi del terzo stato dinamico e degli altri stati successivi fino all'ultimo stato ossia fino alla morte dell'individuo. Le molecole dello sperma ed alcune molecole dell'ovo agiscono mutuamente tra loro e producono delle nuove molecole capaci di generare la prima forma, il primo centro dell'embrione, le cui dinamiche ragioni determinano le diverse forme vive (atomiche, chimiche, fisiche, cellulari...) ad edificare, componendosi in armoniche risultanti, un embrione e indi un animale simile a quelli che generarono le molecole dello sperma e quelle dell'uovo.

I genitori trasfondono in queste molecole la virtù di edificare un essere simile ad essi. Il primo centro embrionale si nutre della sostanza dell' uovo e genera un secondo cen-

tro d'attività, e quindi un terzo, un quarto... ed i centri che nascono ne generano a loro volta degli altri, dimodochè dopo la fecondazione compare nell' uovo un centro molecolare trasparente, quindi due, poi quattro, poi otto, poi sedici e così progredendo sempre in ragione geometrica, si forma un ammasso di centri molecolari, i quali si vestono di membrana propria e costituiscono altrettante cellule embrionali. Queste cellule elementari, ordinariamente non visibili che ai maggiori ingrandimenti del microscopio, constano di un otricello sferico contenente un liquido denso più o meno trasparente, nel quale è immerso, in posizione eccentrica, un secondo otricello più piccolo che dicesi nucleo, contenente alla sua volta uno o più nucleoli. Talvolta varie di queste cellule sono contenute in un sacco comune, formato esso pure da una membrana semplice, chiamata cellula madre. La formazione dei centri embrionali è accompagnata dalla divisione del tuorlo in parti, il cui numero corrisponde a quello dei centri, di tale maniera che dopo la fecondazione il tuorlo si divide dapprima in due parti, poscia in 4, quindi in 8, in 16, in 32, in 64... Queste parti sono dette *lobi* e *lobuli di solcamento*, ed un tale fenomeno che si osserva nelle uova di tutti gli animali dai polipi ai mammiferi ha preso il nome di *segmentazione* o *solcamento del tuorlo.* Il tuorlo si riduce infine in un aggregato di minutissimi lobuli che più non si dividono, e ciascuno con una membranella, un contenuto, un nucleo costituisce una cellula embrionale. Giova notare che in alcuni animali, come nell'intiera serie degli invertebrati (esclusi i cefalopodi) nei batraci, nei mammiferi, la segmentazione è totale, mentre nei cefalopodi, nei pesci, nei rettili squammosi, negli uccelli la segmentazione è parziale, cioè ha luogo soltanto in una porzione della massa del tuorlo, e l'embrione si forma quindi in un piccolo tuorlo detto *tuorlo di evoluzione* che si trova incastonato in un lato della superficie di quel globo detto comunemente tuorlo, il quale rimane distinto, come un'appendice esterna, dal giovane individuo fino ad epoca assai innoltrata, e viene poi da questo in seguito assorbito.

Come prima di fabbricare una casa si preparano i materiali necessari per la costruzione della medesima, così anche prima della formazione dell'embrione preparansi gli elementi, le cellule embrionali, le quali, formate che siano, si differenziano e si dispongono in guisa da edificare l'embrione. La genesi degli embrioni incomincia, in tutti gli animali, in corrispondenza della principale massa nervosa, e di là si estende alle altre parti. Il loro processo evolutivo o di edificazione varia più o meno nei differenti animali. Nei vertebrati la formazione dell'embrione incomincia da due metà simmetriche dell'asse cerebro-spinale, quindi dalla parte del dorso; l'ultima parte a chiudersi è il ventre. Negli animali articolati è la parte ventrale che si forma la prima, perchè in questa regione è collocata la catena gangliare che dirama i nervi a tutte le parti del corpo: l'ultima parte a chiudersi ed a completamente organarsi è il dorso, ove si accumula la massa del tuorlo, che a poco a poco scompare col progredire dell'organazione del nuovo essere.... Le uova durante l'incubazione svolgono dell'acido carbonico, dell'azoto e dei prodotti solforati, e assorbono dell'ossigeno, il quale è destinato alla respirazione del piccolo animale, non che a rendere assimilabili i materiali che formano le uova. Nell'atto che le molecole si dispongono in guisa da edificare l'embrione, il loro elettrico normale debbe cospirare, come in una calamita, in due direzioni opposte. La prima molecola, il primo centro embrionale può essere ravvisato come una piccola calamita organica diversa nei diversi animali. Questa prima calamita cresce e poi si divide in due calamite animali, le quali, dopo essere convenevolmente cresciute, dividonsi in altre calamite simili e così di seguito. Le cellule, le calamite embrionali, come siano in numero sufficiente, si dispongono fra loro e formano una calamita maggiore, ossia l'asse principale dell'animale, di cui una estremità rappresenta la parte superiore, e l'altra la parte inferiore: da quest'asse che debbe risultare dalla sovrapposizione di tanti piccoli centri, simili ai punti conseguenti di una calamita, vengono poi generati i centri secondarii, i quali generano a loro turno

centri di terzo ordine e così di seguito, finchè abbiano preso origine tutte le parti che debbono costituire l'organismo animale. Nell'edificazione degli individui animali, i centri dinamici si moltiplicano, i minori si compongono progressivamente in centri di più in più grandi, i quali infine si compongono nel centro massimo che presiede all'ordine ed ai movimenti dell'intiero essere. Il calorico e l'elettrico che si sviluppa nelle chimiche trasformazioni si spandono per tutte le parti dell'essere, il primo in forma di radiazioni rettilinee, il secondo in forma di correnti circolari di più in più grandi. Le parti solide gravitano ed oscillano, le liquide gravitano, girano ed oscillano intorno i rispettivi centri, e producono una catena di oscillazioni e di circolazioni le une più grandi delle altre, di cui le minori sono contenute nelle maggiori, e tutte sono comprese nella suprema che compie l'essere.

Gli individui animali hanno dunque, come quelli vegetabili, la virtù di riprodursi ossia di generare delle piccole forme vive le quali, sotto l'influenza di opportune condizioni, si nutrono ed edificano degli individui simili ai genitori.

Le forme vive edificatrici dei primi individui di ciascuna specie, non avendo potuto essere generate da altri individui simili, vennero direttamente generate dalla terra, la quale nelle epoche passate si trovò in condizioni propizie per tali generazioni; presentemente si limita a progenerare le specie esistenti, ed a generare direttamente in alcune particolari condizioni le forme vive di alcuni pochi esseri organizzati inferiori. I vermi (entozoi) che si sono trovati nei feti ancora rinchiusi nell'utero materno, nel cuore, nella polpa dei muscoli, nel cervello.... hanno dovuto essere stati direttamente generati in quei siti dalle molecole organiche, giacchè i germi esterni non possono penetrare nell'intimo tessuto di visceri chiusi. Trecul ha dimostrato che nell'interno delle cellule delle piante formansi direttamente degli *amilobacter*. Il dottor Müller ebbe nelle sue cure ad incidere un tumore e lo trovò, con grande sua meraviglia, pieno di pidocchi bianchi. Vi sono uomini sani e benestanti che nè sul capo,

nè nei suoi panni non hanno mai pidocchi, ma che restano pieni di questi animaletti tosto che pongono sulla pelle e portano per qualche giorno un giustacuore di lana. Questi pidocchi debbono venire direttamente generati sulla pelle coperta di lana; tolta questa i pidocchi scompaiono: rimessa, ricompariscono. Parecchi infusorii possono venire direttamente generati dalle molecole organiche che trovansi sciolte nell'acqua. Un bicchiere di questo liquido, abbandonato all'influenza della luce solare, dopo breve tempo è popolato da una moltitudine di animaletti che prima non vi esistevano; alcuni di questi infusorii furono progenerati da germi venuti dall'aria, altri ebbero una generazione diretta.

Vi hanno animali che nascono colle forme dei loro genitori, e ve ne ha di quelli che nascono con forme assai diverse, e non le assumono che più tardi, dopo una serie di cangiamenti. Chiamansi larve i giovani individui quando hanno forme sensibilmente diverse da quelle che prenderanno col tempo, subendo una mutazione di forma o, come suol dirsi, una metamorfosi. Si presentano esempi assai volgari di metamorfosi, il baco da seta, le rane, i rospi... Le differenze fra le larve e l'animale perfetto possono essere di vario grado. Così nelle locuste, nelle blatte, nelle pentatome la piccola larva che nasce direttamente dall'uovo non si distingue dal suo genitore che per la mancanza di ali, mentre nel baco da seta, nelle api, nelle mosche... la larva non si distingue solo per la mancanza d'ali, ma ancora per la mancanza di gambe articolate, di antenne e di occhi faccettati sul capo. Indipendentemente dalla diversità di forma, il principale carattere che distingue la larva dall'animale a termine, risiede negli organi sessuali, che sono affatto rudimentali o mancanti nel primo stato, sviluppati e funzionati nel secondo. La larva è incaricata delle funzioni di nutrizione, l'insetto perfetto di quelle di riproduzione. Questa divisione d'uffici giunse a tale punto, che in alcune specie, come nelle efemere, l'insetto perfetto ha gli organi digerenti atrofici, e la bocca del tutto inetta a prendere nutrimento. La metamorfosi è nella più parte degli animali progressiva, cioè gli in-

dividui giovani hanno un'organazione più completa degli adulti: in alcuni essa è regressiva cioè la larva è più elevata di grado organico che l'animale a termine. Questo genere di metamorfosi si osserva nei crostacei che, giunti all'epoca di propagazione, vivono fissi agli scogli del mare, come i cirripedi, o nel corpo di altri animali come i bopiri le lernee... In queste specie le larve sono munite d'occhi e d'arti pel nuoto, ma nell'ultima loro muta perdono i primi intieramente, e tutti od in parte anche i secondi, divengono inerti, il loro corpo prende una forma del tutto nuova, rigonfiandosi per lo sviluppo degli organi sessuali.

Quasi tutti gli insetti passano successivamente, come il baco da seta, per quattro diversi stadi, di uova, di larva, di ninfa e d'insetto perfetto. Fabre ha riconosciuto che un insetto della tribù dei coleotteri (*sitaris humeralis Latr*) passa progressivamente per otto stadi diversi.

Vi sono animali dalle cui uova nascono delle larve, le quali generano per gemme o per germi l'animale a termine. Questo modo di propagazione fu chiamato delle *generazioni alternanti* o *metagenesi*. Le larve che non si trasformano nell'animale perfetto ma lo generano furono dette *nutrici*. Questo modo di propagazione che si presenta assai frequente negli animali inferiori, non accade mai in quelli della sezione dei vertebrati ed è rarissimo nella classe degli articolati. Così dall'uovo delle mirianidi nasce una nutrice ossia una larva, la quale genera per gemme una catena di altri individui forniti di organi sessuali, dalle cui uova rinascono poi le nutrici gemmipare. Le bifore o salpe vivono sotto la duplice condizione di individui liberi e di individui aggregati diversi gli uni dagli altri per molti caratteri. I primi che rappresentano lo stadio di nutrice sono agami, e producono per gemmazione su di uno stolone interno una catena d'individui aggregati, ciascuno dei quali produce alla sua volta un unico uovo che si sviluppa nel ventre della madre e dà origine ad una salpa isolata che ricomincia la moltiplicazione per gemme. La medusa capillata genera delle uova dalle quali nascono dei polipi; ogni polipo non tarda a procreare per gemme

laterali un'immensa progenie di altri individui simili, ma giunto che sia ad un determinato sviluppo genera per scissione la medusa capillata. Gli afidi o gorgoglioni si riproducono anche per uova e per germi. La metagenesi si verifica anche nei cestoidi, nei nematodi e negli infusorii.....

Gli animali di recente nati hanno, per la massima parte, ancora bisogno per un certo tempo di particolari cure dei genitori, senza delle quali non vedrebbero il giorno che per tosto morire. I mammiferi sono muniti di organi appositi (glandole mammarie) che secernono il latte, cioè un liquore particolare che contiene tutti i materiali (caseina, albumina, sostanze grasse, zuccaro e sali minerali...) necessarii per la nutrizione dei figli dopo la nascita. Tranne la classe dei mammiferi, i genitori provvedono ai neonati o recando ai figli deboli ed inetti il cibo che raccolgono, o collocando le uova in mezzo ai magazzini naturali, dove gli animaletti appena dischiusi trovano alimento copioso e pronto; ovvero con previdenza ancora più ammirabile, chiudendo nel ricovero delle uova una sufficiente provvigione di cibo. La più parte degli uccelli difatti imbeccano i loro piccini col cibo che raccolgono per la campagna. Le femmine di molti coleotteri insinuano le uova nel legno, scegliendo sempre in una stessa pianta la porzione più ricca d'albumina, che è il vero nutrimento delle future larve, locchè riesce talvolta funesto alle opere dell'umana industria. Molti insetti della famiglia degli imenotteri costituiscono alle loro uova un nido apposito in cui rinchiudono la scorta di cibo delle nasciture larve....

I tessuti che formano gli animali risultano, come quelli delle piante, dall'unione di tanti piccoli recipienti che si chiamano, a seconda della loro forma, cellule, fibre o vasi. Le cellule sono gli elementi istologici (anatomici) i più piccoli, di forma rotondata: contengono un corpo centrale detto nucleo, verso il cui centro cospirano le azioni di tutte le molecole onde sono composte. Sono progenerate da altre cellule, e possono venire direttamente generate dalle molecole. Le cellule variano di natura a seconda della specie,

del numero e della disposizione delle molecole onde sono formati, od in altri termini a seconda della grandezza, della forma e dell'intima loro struttura. Vi sono delle cellule ovate, delle elittiche, delle poliedriche, delle stellate, delle cigliate... alcune cellule sono vestite di una membrana spessa, altre di membrana sottile, in alcune la membrana è munita di un grande numero di canali porosi, in altri ne contiene un piccolo numero.... Le cellule godono di una vita speciale ed individuale che si trova in armonia con quella degli altri elementi anatomici che costituiscono un essere organico. La proprietà che hanno le cellule di assorbire individui corpuscolari di una data specie e di modificarli o trasformarli in altri individui capaci di soddisfare ai bisogni dell'organismo, chiamasi *plasticità*. Le nuove molecole che formansi sotto l'influenza delle cellule hanno una natura diversa a seconda della natura delle cellule, della natura degli individui assorbiti e delle condizioni in cui le cellule si trovano. Queste nuove molecole ora servono a far crescere le cellule esistenti, ora a rinnovare le molecole onde sono costituite, ora ad edificare delle nuove cellule, dei nuovi elementi istologici, ora costituiscono dei prodotti di secrezione. Una cellula vive, ossia eseguisce i moti che le sono proprii finchè trovasi in condizioni propizie alla sua esistenza, atte cioè a mantenere composte in risultante unica le forze delle molecole da cui è composta. Le fibre sono recipienti allungati: distinguonsi, secondo la forma, grandezza e struttura, molte specie di fibre. I vasi sono canali di varie ampiezze e figure, comunicanti gli uni cogli altri, pei quali scorrono gli umori nutritizii, sangue, chilo, linfa; sono compresi nel sistema vascolare il cuore, le arterie, le vene, i vasi capillari, i vasi e ganglii linfatici.

Più elementi istologici uniti insieme formano un tessuto. Le parti le più elementari dei tessuti sono percorse da un numero prodigioso di correnti elettriche dotate di una certa intensità e che circolano incessantemente in direzioni perpendicolari ai vasi capillari (Becquerel). L'epitelio, l'epidermide, le ghiandole, le corna, i peli, le unghie.... sono dei

tessuti composti di cellule. Il tessuto muscolare, o carne, si compone principalmente di fibre contrattili per l'azione di un muscolo esterno o per quella della volontà. Le fibre muscolari sono o liscie o striate e servono ai moti volontari ed involontari degli animali. I muscoli formati di sole fibre liscie si contraggono meno prontamente degli altri. Le fibre striate trovansi soprattutto nei muscoli volontarii. In ciascun muscolo, oltre le fibre contrattili, si distingue ancora il tessuto connettivo che serve di collegamento fra le varie parti del muscolo. Più fibrille primitive circondate da un inviluppo elastico circolare, il *sarcolema*, formano una fibra; più fibre riunite insieme formano un fascetto provveduto egualmente di un inviluppo detto *perimisio*, molti di questi fascetti formano il muscolo che è lui stesso ricoperto da una membrana elastica detta aponevrosi. Vi ha continua penetrazione nel muscolo dei tessuti elastici e delle sostanze contrattili. I muscoli comunicano con vasi sanguigni e con dei nervi. Un muscolo durante la vita perde della sua estensibilità a misura che stancasi con un lungo esercizio e la ricupera col riposo. I muscoli nel loro stato ordinario godono di una tensione o polarità elettrica, sono negativi nel loro interno e positivi all'esterno; perciò ogni qualvolta che con un arco conduttore si stabilisce una comunicazione tra la parte interna di un muscolo ed un punto della sua superficie si svolge una corrente elettrica diretta da quella a questa (Matteucci). I muscoli conservano la loro contrattilità anche dopo morte per un tempo più o meno lungo nelle varie classi d'animali e secondo varie altre circostanze. Il muscolo che non riceve sangue arterioso onde nutrirsi perde in breve tempo la propria contrattilità, e prima di perderla assolutamente rendesi incapace di rispondere agli imperi della volontà. I muscoli non entrano mai in contrazione senzachè siano impressionati dal sistema nervoso o da qualche potenza direttamente od indirettamente.

Il tessuto nervoso si compone di cellule e di fibre di struttura particolare. Le cellule nervose offrono delle grandezze diverse: le più grosse si possono distinguere ad occhio nudo

come altrettanti punti bianchi; formano collegate insieme delle piccole masse subrotonde dette *ganglii* da cui partono i nervi che si distribuiscono ai vari organi del corpo. Distinguonsi come parti costituenti essenziali del tessuto nervoso, tre ordini di cellule: 1° Le cellule stellate, le più grosse (cellule motrici). 2° Le cellule fusiformi, le più piccole (cellule sensitive). 3° Le cellule rotonde od ovali, intermedie per il volume (cellule simpatiche). Le cellule nervose variano di volume nelle diverse specie di animali; sono meno grosse nelle scimie che negli altri mammiferi, e le più piccole rinvengonsi nell'uomo (Jacubowitsch). Le fibre nervose constano di tre parti: 1° di un inviluppo trasparente e senza struttura; 2° di un contenuto semifluido, grasso e albuminoso, che si chiama la midolla nervosa; 3° di un asse centrale formato di una materia albuminosa costantemente solida. Il diametro delle fibre più grosse è in media 0^m, 02; quelle delle più piccole 0^m, 0011. I nervi risultano da un numero considerevole di fibre nervose collegate insieme ed avviluppate da una guaina detta nevrilema.

La più gran parte dell'organismo dell'uomo e degli animali consta di un tessuto detto connettivo, perchè tiene tutte le parti dell'organismo nel loro rapporto di continuità, e gli serve di sostegno e di mezzo d'unione. Questo tessuto costituisce la trama di tutto il corpo in generale, come degli organi in particolare: esso si compone di filuzzi e di lamine sottili che s'intrecciano fra loro in tutte le direzioni, formando così le pareti di tante lacune o celle di diversa grandezza. Le celle del tessuto connettivo ora sono piene d'adipe (tessuto adiposo); ora contengono del pigmento corneo, ora una sostanza gelatiniforme. Analogo al connettivo è il tessuto elastico, composto di fibre ondulate, giallastre, resistenti ed elastiche. I tessuti cartilagineo ed osseo, sono delle specie particolari di tessuto connettivo; in essi e soprattutto nel tessuto osseo abbondano le materie minerali. Le cartilagini sono dure ed elastiche; si dividono in temporarie e permanenti; le prime sono destinate a cangiarsi in ossa. Nel tessuto osseo la sostanza connettiva trovasi unita nella massima

quantità di materie minerali, dalle quali acquista il suo alto grado di compattezza. Le sostanze organiche e quelle minerali trovansi in quantità diverse nelle differenti ossa; le più ricche di materie minerali sono quelle dell'omero e del metatarso; le più ricche di sostanze organiche sono quelle della scapola e dello sterno. Una grande analogia col tessuto osseo si incontra nel guscio dei molluschi, giacchè esso consta quasi unicamente di laminette omogenee ed impregnate di calcare.

Dai tessuti discendendo per via analitica si giunge sino agli atomi, ed ascendendo per via sintetica si giunge a formare l'animale intiero e progressivamente dei sistemi di più in più grandi. Ogni tessuto risulta di più elementi istologici; ogni elemento istologico risulta di più molecole fisiche che gravitano e si muovono intorno allo stesso centro, od intorno allo stesso asse; ogni molecola fisica risulta di più molecole chimiche, ed ogni molecola chimica di più atomi. Negli organismi animali trovansi le stesse specie atomiche che in quelli vegetabili. Si determina la natura e la quantità delle specie atomiche per mezzo dell'analisi elementare. Le molecole chimiche che più abbondano negli animali sono fra le minerali il fosfato di calce, il fosfato di soda, il carbonato di calce, il cloruro di sodio, il ferro.... e fra le organiche la fibrina, l'osseina, l'albumina, la caseina, le materie grasse.... Separansi le molecole chimiche di una specie da quelle di specie diverse per mezzo dell'analisi immediata: colla distillazione per es., si separano le specie volatili da quelle fisse o meno volatili; collo scaldamento si separano le specie fusibili da quelle che non fondono o fondono meno facilmente; colla pressione si separano le specie liquide dalle solide; per mezzo dei scioglienti (acqua, alcole, etere...) si separano le specie solubili in un dato liquido, da quelle che in esso non si sciolgono. I tessuti animali, stante la notevole quantità di molecole organiche azotate che contengono, se si distillano a secco forniscono un prodotto alcalino per carbonato d'ammoniaca; mentre i tessuti delle piante danno un prodotto acido, per acido pirolignico, a cagione delle

grandi quantità di molecole organiche non azotate che contengono. Le molecole chimiche azotate che entrano a formare i diversi tessuti hanno una composizione più o meno diversa. Quelle dei tessuti nervoso, muscolare e ghiandoloso, sono d'indole proteica; quelle dei tessuti osseo, cartilagineo, cutaneo... sono di indole gelatinosa; quelle dell'epitelio, dell'epidermide, dei peli, sono di natura cornea. I primi tessuti e gli ultimi fatti bollire con acqua non danno gelatina; i secondi ne forniscono, ma mentre il tessuto cartilagineo fornisce della condrina, gli altri danno della gelatina propriamente detta. La gelatina inoltre presenta delle leggiere variazioni nella sua costituzione a seconda dei tessuti. Le sostanze azotate offrono ancora delle differenze a seconda dell'età dei tessuti. Così la sostanza cellulare è solubile nell'acido acetico quando le cellule sono giovani, e perde queste sue qualità a misura che le cellule invecchiano. I tessuti, oltre le molecole chimiche azotate e quelle analoghe alla cellulosa, contengono ancora delle quantità diverse di molecole chimiche minerali e delle molecole chimiche organiche particolari, a seconda della natura dei tessuti. Così per es., la polpa nervosa, a parte un poco d'albumina, e di sostanze grasse, e di sostanze minerali, contiene della colosterina e più specie di molecole organiche fosforate. Le molecole chimiche minerali trovansi in quantità piccolissima nel tessuto nervoso, in quantità assai grande nelle ossa, ed in quantità intermedie a queste due estreme in altri generi di tessuti. Le molecole chimiche, organiche e minerali, individuate insieme, producono le molecole fisiche organiche dalla cui progressiva individuazione nascono gli elementi istologici e quindi gli altri organi, gli altri sistemi ed infine l'intiero animale. Le molecole fisiche organiche offrono qualità diverse a seconda della specie, del numero e della disposizione delle molecole chimiche da cui sono formate. Bruciando i tessuti le molecole chimiche organiche si convertono in prodotti aeriformi, e quelle minerali restano intatte o più o meno modificate o trasformate nel residuo fisso, ossia nella cenere. Alcune specie atomiche (fosforo, solfo, carbonio...)

delle molecole organiche, possono anche passare parzialmente nella cenere individuate in composti fissi (fosfato, solfato, carbonato, metallico).

Mediante l'unione di più tessuti in un assieme più grande si formano gli organi; per l'unione di più organi di determinate funzioni si costituiscono i sistemi organici. Gli organi sono, come gli elementi organici, come l'animale intiero, terminati da particolari membrane, ove finiscono e principiano i loro particolari movimenti, essendochè ciascuno dei nostri organi, dei nostri visceri « indipendentemente da quel movimento generale che loro è comune con tutto l'organismo, ha un moto proprio ed è terminato da un particolare inviluppo: il cuore ha il suo pericardio ed il suo moto di contrazione e di dilatazione: i polmoni hanno il loro pleura ed il loro moto di espansione e di restringimento; gli intestini hanno il loro peritoneo e mille movimenti che loro appartengono; il cervello ha le sue meningi ed il suo moto di elevazione e di abbassamento. E così dicasi degli altri organi (Flourens) ». Ogni sistema è un complesso di più organi che eseguiscono funzioni simili come il sistema cutaneo; il S. muscolare; il S. digerente; il S. respiratorio; il S. circolatorio; il S. uro-genitale; il S. osseo ed il S. nervoso. Il sistema cutaneo comprende i tegumenti che ricoprono la superficie esterna degli animali ed anche le loro cavità interne comunicanti al di fuori. I tegumenti esterni (cute, pelle) constano di due strati, di cui il più esterno chiamasi epidermide, ed il più interno derma o cute; quelli interni risultano pure di due strati, di cui l'esteriore dicesi epitelio, e l'altro membrana mucosa. Il sistema cutaneo presenta una composizione ed una struttura più o meno diversa nei differenti animali. Il sistema muscolare comprende tutti i muscoli che servono ad imprimere i debiti movimenti alle ossa ed alle diverse parti dell'animale. Alcuni spettano allo scheletro, perchè attaccati ed addossati alle ossa, cui servono di potenze motrici, altri formano dei visceri particolari, come il cuore, il canale digerente. Diconsi tendini le estremità dei muscoli che si attaccano alle ossa intrecciando le proprie

fibre con quelle del periostio. Il sistema digerente comprende tutti gli organi (bocca, stomaco, intestini...) che servono alla digestione; il sistema respiratorio comprende quelli che servono alla respirazione; il circolatorio quelli che servono alla circolazione; l'uro-genitale gli organi di generazione ed i loro annessi; l'osseo comprende le ossa collegate in un tutto insieme connesso mediante cartilagini, legamenti e capsule articolari. Il sistema osseo costituisce negli animali superiori quell'armatura conosciuta sotto il nome di *scheletro*, il quale dà all'animale la forma che gli è propria, protegge i visceri più importanti, e sovrattutto i centri nervosi, ed è a seconda della sua struttura mosso in diverse maniere dall'azione dei muscoli. Lo scheletro consta del cranio, della colonna vertebrale e dei membri. Vi sono delle parti ossee anche fuori dello scheletro propriamente detto. Se ne trovano sovente sparse sulla cute degli storioni, dei cofani e di altri pesci. Lo scheletro di alcuni pesci, come le razze, si compone di una sostanza bianca, opalina, compatta, d'aspetto omogeneo, tenace ed elastica chiamata cartilagine. Lo scheletro interno non compete che agli animali superiori, di struttura più complicata; gli altri animali hanno lo scheletro esterno; i più infimi ne sono privi. In alcuni animali, come negli insetti, lo scheletro esterno si compone di una materia cornea consistente sopratutto in chitina (corpo composto di cellulosa e di una sostanza proteica). Nei molluschi si compone principalmente di carbonato calcare. Lo scheletro esterno non forma soltanto una difesa, un astuccio ai principali visceri del corpo, ma anche una specie di leva a quei muscoli che lo muovono nelle singole parti.

Il sistema nervoso consta di gangli o centri nervosi, e di nervi che servono a legare i gangli tra loro ed a metterli in relazione con gli altri sistemi organici. I gangli, esaminati col microscopio, si mostrano formati di due sostanze, l'una cinerea costituita di cellule nervose, e l'altra bianca composta di fibre. I centri nervosi minori sono presieduti dai maggiori, e tutti dal centro massimo. Ciascun centro nervoso presiede al movimento di particolari organi. Negli ani-

mali superiori il sistema nervoso si divide in S. *cerebrale* e S. *gangliare*. Nel S. cerebrale si distingue il cervello, il cervelletto, il midollo allungato ed il midollo spinale, più i nervi che nascono da questi centri nervosi. Il cervello è la principale massa gangliare, la quale è difesa dal cranio e circondata da una triplice membrana. Il cervello ha forma ovata e riempie tutta la porzione superiore del cranio dalla fronte all'occipite: è diviso da un solco mediano in due emisferi, la cui superficie negli animali superiori è segnata da linee prominenti tortuose dette circonvoluzioni. Il cervelletto trovasi collocato verso la parte posteriore del cranio ed offre generalmente alla superficie varie pieghe trasversali. Tanto nel cervello che nel cervelletto la sostanza cinerea trovasi alla periferia. Nel cervello e tra la parte posteriore del cervello ed il cervelletto distinguonsi molte parti destinate a compiere particolari funzioni. Il cervelletto è munito di peduncoli che lo mettono in comunicazione col bulbo rachideo, col midollo spinale e col cervello. Il midollo allungato forma quel centro nervoso, al quale arrivano non solo le fibre contenute nel midollo spinale, ma ancora quelle del cervello, cervelletto, e dei lobi ottici destinati a mettere in comunicazione questi organi con tutte le parti del corpo. Esso trovasi sulla base del cranio tra il cervello ed il cervelletto e si continua col midollo spinale, il quale consiste in un cordone nel cui interno si trova la materia grigia, ed all'esterno la materia bianca segnata da quattro solchi longitudinali, che lo dividono quasi in altrettante colonne riunite fra loro per la commessura grigia di cui le due posteriori, secondo Lenhossek, sarebbero sensitive, e le anteriori motrici.

La massa cerebrale presenta una grossezza ed una struttura diversa nei differenti animali; essa è molto voluminosa negli animali superiori, e decresce quanto più la loro forma si discosta da quella dell'uomo, in cui ha il massimo volume e la più grande complicazione. Dall' encefalo ossia dal cervello e dal midollo spinale nascono quarantatrè paia di nervi, di cui dodici nascono dalla base del cervello, e gli altri trentuno dal midollo spinale: questi nervi si diramano per

le varie parti dell'animale. I dodici paia dei nervi craniani prendono dei nomi diversi (nervi olfattici; nervi ottici; nervi motori oculari comuni; nervi patetici; nervi oculari esterni; nervi facciali; nervi acustici...) a seconda degli usi a cui sono destinati. I nervi che escono dal midollo spinale hanno due radici, formate ciascuna di molti fascetti. L'una di esse nasce dalla parte anteriore, l'altra dalla posteriore, ed attraversano i fori esistenti a ciascun lato del canale vertebrale, tra l'una e l'altra vertebra. La radice posteriore, prima di congiungersi all'altra, forma una rigonfiatura o ganglio intervertebrale, composto in parte di sostanza midollare cinerea. In generale i diversi fasci di fibre midollari che spettano ad uno stesso nervo, non sono tutti riuniti al loro punto di partenza, laonde il nervo nasce da diversi punti: essi, a misura che si allontanano dalla loro origine, si dividono per correre a luoghi diversi, ed il nervo pare scompartirsi successivamente in branche, in rami ed in ramoscelli: talvolta però alcuni di essi fasci o delle fibre che li compongono, dopo essersi spostati, aderiscono ad un nervo vicino e ne seguono l'andamento. Infine quando un ramo nervoso giunse all'organo a cui è destinato, le sue fibre primitive vi si espandono, e vi terminano formando quasi sempre una curva od ansa; talvolta finiscono in punta sottile, come nei muscoli, talvolta si inspessiscono a guisa di clava, come i corpuscoli di Pacini. Nel nervo vestibolare dell'organo uditivo ed in quello dell'odorato terminano in cellule gangliari, nell'occhio e nella chiocciola dell'organo uditivo finiscono in un tessuto speciale.

Il sistema gangliare si compone di gangli particolari che trovansi nella cavità del torace e dell'addome, accanto alla colonna vertebrale, presso l'inserzione delle coste, d'onde il nome di nervo intercostale dato all'intiero sistema. I nervi del sistema gangliare si tengono in comunicazione tra loro e coi nervi dell'asse cerebro-spinale, e sono causa per cui certe parti tra loro lontane ed apparentemente in nessun reciproco rapporto, si mostrano talvolta affette da una cagione che opera in un sol punto. Da ciò il nome di *nervo gran*

simpatico, col quale è altresì chiamato questo particolare sistema. I nervi del sistema cerebrale spargonsi negli organi dei sensi, nella pelle, per entro i muscoli... quelli del sistema gangliare si diramano nei polmoni, nel cuore, nello stomaco, negli intestini e nelle pareti dei vasi sanguigni: in una parola i primi appartengono specialmente agli organi di relazione, e gli ultimi a quelli di nutrizione.

Il sistema nervoso degli animali invertebrati (insetti, molluschi, crostacei...) è assai più semplice di quello dei vertebrati ed offre una disposizione molto diversa. La prima espressione del sistema nervoso che si osserva, consiste in una riunione di alcune cellule bipolari coi loro rispettivi prolungamenti. In certi rotatori il sistema nervoso è costituito da tre o quattro di quelle cellule indipendenti le une dalle altre. Ad un grado di perfezionamento un poco più avanzato, queste cellule sono riunite in un inviluppo comune; si ha allora un ganglio. Ascendendo la serie si trova in seguito che questi ganglii, dapprima aumentati in numero, hanno una tendenza a disporsi sotto la forma di una doppia catena, dalla quale emanano dei filetti laterali. In questi animali, due catene longitudinali e parallele di ganglii sono riunite da commessure laterali. A misura che l'organazione si eleva, i due ganglii laterali corrispondenti si avvicinano e si confondono. Elevandosi ancora di più, si trova un cervello rudimentario in un ganglio superiore, collocato al disopra dell'esofago. Questo ganglio superiore è collegato ad un ganglio sotto-esofago detto cervello inferiore. Questo sistema di ganglii che si formano, si estendono e si perfezionano a misura che si ascende nella serie degli animali invertebrati, sono gli analoghi del sistema centrale cerebro-spinale degli animali vertebrati. Le fibre nervose degli animali vertebrati hanno una struttura diversa da quella degli animali invertebrati: in esse manca d'ordinario il cilindro d'asse. Negli animali invertebrati i più inferiori pare che il sistema nervoso manchi affatto.

Risulta quindi che il sistema nervoso nella più parte degli animali si compone di più centri di diversa grossezza detti

ganglii, i quali comunicano fra loro per mezzo di commessure e si mettono in comunicazione con tutte le altre parti dell'animale per mezzo dei nervi: che quanto maggiore è la massa gangliare rispetto a quella dei fili nervosi, e quanto più ravvicinati sono i ganglii e più brevi le loro commessure, tanto più elevata è la natura dell'animale. All'apice del regno animale si trova perciò collocato l'uomo, il cui cervello non è altro che un complesso di ganglii, ed in cui, fra tutti gli animali, la massa ganglionare è maggiore in paragone delle masse dell'intiero corpo. Il sistema nervoso è il principale sistema degli animali: esso pone in relazione fra loro i diversi organi e presiede, per mezzo di correnti elettriche, alle loro funzioni. Dubois-Reymond, Matteucci, Bernard ed altri non meno celebri sperimentalisti hanno dimostrato che esistono tanto nei nervi che nei muscoli ed in altri tessuti degli animali viventi o di recente morti, delle correnti elettriche ben determinate, che vanno dalla periferia verso i centri, e da questi verso la periferia. Dalle sperienze elettro-fisiologiche di Becquerel risulta che le parti le più elementari dei tessuti sono percorsi da un numero prodigioso di correnti elettriche, che circolano incessantemente in direzioni perpendicolari ai vasi capillari. Quantunque l'elettricità animale manifesti gli stessi fenomeni dell'elettricità minerale, essa è tuttavia alquanto diversa stante la diversità delle molecole dai cui moti assiali è prodotta. Lo stesso dicasi del calore animale.

Negli animali, come negli altri esseri naturali, le cose minori si individuano in cose maggiori, con gravitare e muoversi intorno dei centri di più in più grandi. I diversi sistemi che insieme accordati ed unificati formano un animale sono più o meno sviluppati ed offrono forme e strutture diverse nei differenti animali. Ciascun sistema ha una particolare struttura e compie delle funzioni particolari che sono in armonia con quelle che compiono gli altri. Ciò posto il modo d'essere e di muoversi di un organo, di un sistema, dipende dal modo di essere e di muoversi degli altri organi, e tutti gli organi dipendono dal modo d'essere e di muo-

versi dell'intiero animale, il quale a suo turno dipende dal modo d'essere e di muoversi degli altri meccanismi e soprattutto da quelli i più prossimi, e dalla volontà e ragione suprema dell'Ente che costituisce l'Universo. I naturalisti, fondandosi sulle organiche correlazioni ed armonie, cogli avanzi delle ossa sepolte nei diversi strati che formano la parte esteriore della terra, sono giunti a conoscere le forme di un grandissimo numero di specie distrutte ed interamente scomparse molto prima della creazione dell'uomo. Così gli animali che hanno denti hanno uno scheletro interno, se hanno scheletro interno hanno cervello e midollo spinale, cranio e vertebre... I denti quando sono taglienti, lo stomaco è semplice, gli intestini sono brevi, e l'animale è carnivoro; quando sono piatti, lo stomaco è moltiplo e l'animale è erbivoro... Gli organi degli animali eseguiscono delle operazioni, delle funzioni diverse a seconda della loro struttura. Gli organi e le funzioni degli animali diconsi di *nutrizione* se tendono all'edificazione dell'individuo; di *riproduzione o di generazione* se mirano alla propagazione delle specie. Queste funzioni sono comuni alle piante ed agli animali e chiamansi perciò funzioni organiche, e della vita vegetativa. Gli animali eseguiscono ancora delle altre funzioni dette della vita animale. La prima qualità degli animali si è quella di tendere ad esistere, ossia a conservarsi ed a svilupparsi. Per questa virtù introducono nell'interno del loro corpo le sostanze capaci di mantenere e sviluppare la loro esistenza, e respingono quelle nocive. I cibi degli animali debbono contenere le molecole chimiche organiche e minerali, capaci di edificare i loro organismi, essendochè gli animali non preparano le molecole chimiche organiche, ma si limitano a modificare e trasformare quelle state preparate dalle piante. Le erbe contengono tutte le spęcie di molecole chimiche che servono alla nutrizione degli animali erbivori.... Gli animali introducono gli alimenti nel canale digestivo per mezzo della bocca. La più parte degli animali li afferrano direttamente per mezzo della bocca. Alcuni (uomo, scimia...) li portano alla bocca colle mani. Altri (picchi, camaleonti...) si impa-

droniscono della preda per mezzo della lingua, in tale caso molto lunga e protrattile....

Gli alimenti, l'acqua compresa, passano dalla bocca nel canale digerente, il quale in alcuni animali, come nei polipi, nelle arterie, non è che un semplice sacco, che si apre all'esterno per un unico orificio destinato al passaggio degli alimenti che entrano e delle feci che escono; però in quasi tutti gli animali quel canale si apre all'esterno per due orifici distinti, cioè per la bocca che serve all'ingresso degli alimenti, e per l'ano che serve all'egresso delle escrezioni fecali: dopo la bocca vi è l'organo detto faringe, indi l'esofago, poi lo stomaco ed infine l'intestino che finisce nell'ano. Tutto il canale digerente è internamente rivestito da una membrana detta mucosa, attorno alla quale sta una tunica carnea formata da fibre muscolari, che contraendosi, o sospingono le materie alimentari dalla bocca all'ano, o le arrestano per un datò tempo in uno od in un altro punto onde possano intimamente mescolarsi coi sughi digestivi (bile, saliva, sugo gastrico, sugo pancreatico, sugo intestinale...) che vengono preparati da opportune ghiandole ed indi eliminati e versati nel canale, e subire sotto la loro influenza le opportune modificazioni e trasformazioni. Chiamasi *digestione* i molteplici cangiamenti che le sostanze alimentari subiscono nel percorrere il canale digerente. Negli animali che masticano, gli alimenti, prima di introdurli per via della deglutizione nello stomaco, la digestione comincia nella bocca, giacchè la saliva, oltre di agglutinare insieme gli alimenti, opera soprattutto sulle materie amilacee e le converte parzialmente in destrina ed anche in glucosio. Negli altri animali la digestione comincia nello stomaco. Mentre nell'interno della bocca v'hanno le ghiandole salivali; sulla superficie interna dello stomaco vi sono oltre le ghiandole mucipare e quelle linfatiche, le ghiandole gastriche che eliminano cioè il sugo gastriço, liquido acido che contiene una sostanza azotata particolare detta pepsina. Fra gli alimenti giunti nello stomaco, alcuni come l'acqua, l'alcole diluito ed altri analoghi liquidi, vengono semplicemente assorbiti dalle pareti, e mischiansi al

sangue senza precedente elaborazione; altri entrano nell'intestino e sono impulsi intatti insieme alle feccie, ma la più parte e massimamente le sostanze proteiche subiscono sotto l'influenza del sugo gastrico delle profonde variazioni e vengono disgregate e convertite in una molle poltiglia detta *chimo*. Gli alimenti si arrestano per certo tempo nello stomaco, perchè l'apertura del piloro (portinaio dell'intestino) per l'energica contrazione delle fibre muscolari che la recingono, si mantiene chiusa finchè siano digerite, e perchè quella parte che è vicina all'esofago contraendo i suoi muscoli si oppone a che risalgano. Talvolta però questa resistenza viene superata e gli alimenti rimontano sino alla bocca, oppure attraversano prima di tempo il piloro. Gli animali che si nutrono di materie dure, e che non ostante mancano di denti, come gli uccelli granivori, hanno uno degli stomachi (ventriglio) fornito di muscoli robustissimi, per opera dei quali vengono compresse e stritolate. Questa specie di stomaco fa le veci dell'apparato masticatore. Compita che sia la chimificazione, il piloro s'apre, e le sostanze alimentari passano nell'intestino tenue dove si mescono colla bile, col sugo pancreatico e quindi col sugo intestinale. La bile fornisce al chimo la colosterina, una materia grassa fosforata e dell'ossido di ferro, sostanze di cui abbisogna per convertirsi in chilo e poscia in sangue; inoltre il suo sapone (colato e coleato sodico) serve a saturare l'acido lattico del sugo gastrico, e gli acidi colico e coleico rendonsi liberi e passano negli escrementi.... Sotto l'influenza del sugo pancreatico, umore viscoso di reazione alcalina, le materie grasse del chimo si emulsionano, e sotto quelle del sugo intestinale le materie amilacee e legnose si cangiano in destrina ed in glucosio. Le sostanze alimentari digerite che siano, proseguono a percorrere l'intestino tenue, e, durante il tragitto, in parte vengono assorbite dalle tonache dell'intestino e formano il chilo, e in parte passano nell'intestino cieco e formano le materie fecali, che sono mano mano spinte nel retto, nel quale s'accumulano e stanziano per un tempo ora maggiore ora minore e vengono infine eliminate per l'ano. Il

sistema digerente è un apparecchio a doppia entrata ed a doppia uscita: in esso entrano dal di fuori gli alimenti e dal di dentro i sughi digestivi, e da esso escono gli escrementi ed i materiali che vanno al torrente sanguigno. Il chilo viene per endosmosi assorbito dalle villosità, da cui passa nei vasi chiliferi, che lo conducono per via di contrattilità nel torrente sanguigno. I vasi chiliferi o lattei sono dei piccoli canaletti, che principiano sotto forma di piccolissime boccuce dalla mucosa intestinale e finiscono, passando tra le due lamine del mesentere, nel condotto toracico, il quale sgorga nella vena succlavia dal lato sinistro: traversano di tratto in tratto dei ganglii, i quali presiedono ai loro movimenti. Il chilo appena assorbito, a parte l'acqua, si compone di individui chimici proteici, di individui chimici grassi e zuccherini, e di individui chimici minerali diversi. A misura che s'avanza verso il canale sanguigno subisce delle particolari trasformazioni; dell'albumina si cangia in fibrina, si formano dei piccoli globettini, ed il chilo acquista una costituzione che si avvicina sempre più a quella del sangue. Nei vertebrati acquista d'ordinario nello stesso tempo un colore leggermente rossigno che cresce in presenza dell'aria. Il sangue essendo un liquido preparato dal sistema digerente che circola in un particolare sistema, ne viene che gli animali che mancano di ambedue (infusorii) oppure di uno (polipi) di questi sistemi non hanno vero sangue. Gli infusorii sono privi dei due indicati apparati ed il fluido alimentare scorre per tutte le cavità e per tutti i canali e fornisce alle diverse parti del corpo gli individui chimici di cui abbisognano per nutrirsi. I polipi non hanno apparato circolatorio, e l'irrigazione organica ha luogo nella stessa cavità stomacale, la quale serve ad un tempo alla digestione degli alimenti ed a smaltire per via d'endosmosi il fluido nutritizio a tutte le parti dell'organismo, il quale si muove irregolarmente ora in uno ora in un altro senso. Nei polipi che vivono aggregati insieme, il fluido nutritizio passa dallo stomaco di un individuo a quello degli individui prossimi ed oltre all'irrigazione parziale, vi ha ancora una specie di circolazione ge-

nerale tra tutti gli individui aggregati, e le materie ingerite nello stomaco di uno di loro profittano a tutta la colonia.

Il sangue è un corpo alquanto più denso dell'acqua: quello degli animali a sangue caldo (1,055) è più denso di quello degli animali a sangue freddo (1,02). Il sangue ha una costituzione e composizione più o meno diversa nei differenti animali e nello stesso animale nelle differenti parti del suo corpo, e nei differenti periodi della sua vita. Il sangue dei vertebrati ha colore rosso e si compone di un liquido viscoso scolorito detto plasma, in cui nuotano dei piccoli globetti di colore rosso e di quelli scoloriti (G. bianchi, G. chilosi o linfatici) simili a quelli del chilo. I globuli rossi consistono in una piccola vescichetta membranosa, composta di una sostanza proteica scolorita, contenente nel suo interno una sostanza di colore rosso (ematosina) che, oltre alle altre specie atomiche (C, H, N, O, Ph, S) proprii dei corpi proteici, contiene un poco di ferro. I globuli chilosi hanno una struttura otricolare meno caratteristica dei rossi; sono d'ordinario formati di una materia grassa fosforata circondata da uno strato di materia albuminoide, ed eseguiscono dei movimenti lenti analoghi a quelli di certi infusorii. I globuli sanguigni presentano forme e grandezze diverse nei differenti animali: sono più piccoli nei mammiferi che negli uccelli, negli uccelli che nei pesci, nei pesci che nei rettili: nell'uomo il diametro dei globuli rossi è circa $^1/_{120}$ di millimetro: quello dei globuli bianchi è ancora più piccolo. Nelle rane, nelle salamandre hanno circa $^1/_{45}$ di millimetro di lunghezza ed $^1/_{75}$ di millimetro di larghezza. Il numero dei globuli sanguigni è quasi sempre in ragione inversa del loro volume.

Giusta recenti osservazioni del dottore Malassez, il numero dei globuli rossi, fra i mammiferi, è in media di 11 milioni; fra gli uccelli di 3 milioni; fra i pesci di 2 milioni per millimetro cubo. Giova aggiungere che questi numeri sono troppo elevati, e non si accordano col diametro dei globuli sanguigni. I globuli rossi si formano soprattutto nel fegato, perchè Lehmann trovò che il sangue dopo aver attraversato questo viscere è molto più ricco di globuli rossi

di quello che al medesimo arriva: nella milza si formano, si distruggono dei globuli rossi e se ne formano dei bianchi, perchè il sangue che entra nella milza è più ricco di globuli rossi e meno ricco di quelli bianchi, di quello che esce dalla milza, e perchè l'estirpazione della milza è seguita da una diminuzione dei globuli bianchi. Inoltre nei casi di eccessivo sviluppo o di ipertrofia di questo viscere, la quantità dei globuli bianchi diviene sovente sì considerevole che il sangue piglia un aspetto latteo. I globuli sanguigni si sformano continuamente per soddisfare ai bisogni della vita, e vengono surrogati da altri globuli che formansi a spese del chilo.

Il plasma è un liquido viscoso scolorito, le cui molecole fisiche offrono una composizione assai complicata, contengono cioè degli individui di fibrina, di albumina, di diverse specie grasse e zuccherine, di diversi sali ad acido organico, di fosfati e cloruri metallici e di altre specie minerali. Il plasma degli uccelli contiene delle quantità notevoli di silicato potassico. Le molecole fisiche del plasma separate dall'organismo si decompongono in siero ed in fibrina, la quale si coagula ed avviluppa nei suoi filamenti i globuli. Le molecole del plasma come tante altre specie di molecole fisiche non possono dunque esistere se non sotto l'influenza delle risultanti dinamiche che presiedono alla vita degli animali.

Il sangue degli invertebrati è in generale scolorito, e fu, per opposizione al sangue rosso, domandato sangue bianco, quantunque non offra quasi mai un aspetto latteo, ed abbia talvolta dei colori particolari. Questo sangue si compone di plasma e di globuli come quello dei vertebrati, colla differenza che i globuli sono quasi sempre scoloriti, più grossi, ed in numero molto meno considerevole. Alcuni chimici avrebbero trovato nel sangue di diversi invertebrati (molluschi, crostacei e vermi) del rame. Ma le specie atomiche che sembrano essere essenziali alla costituzione del sangue sia degli invertebrati che dei vertebrati, sono O, H, C, N, S, Ph, Ch, Fe, K, Na, Ca ed Mg. Il sangue degli animali superiori contiene in media 800 per mille d'acqua; quello degli altri ani-

mali ne contiene in media 875; il sangue delle donne contiene maggior quantità d'acqua di quello degli uomini. Il sangue che si ricava dalle vene (venoso) è diverso da quello che si estrae dalle arterie. A parte delle deboli differenze nella quantità di fibrina, e delle altre materie sia proteiche che grasse, il sangue arterioso è molto più carico di gaz ossigeno del sangue venoso, il quale contiene per lo contrario una quantità assai più grande di CO^2. Il sangue dei giovani è in generale meno ricco di globuli di quello degli adulti.

Negli animali invertebrati, oltre il sangue, si trova ancora il siero e la linfa. Il siero ha una composizione analoga al siero del sangue. La linfa è un liquido scolorito, leggermente viscoso, di reazione alcalina, che presenta la stessa composizione del sangue, salvo che non contiene i globuli rossi. Il sangue circola in un particolare apparato, ed offre un grado di condensazione e di costituzione che cresce dagli animali inferiori andando verso i superiori. L'apparato circolatorio è tanto più complesso quanto più gli animali sono elevati nella scala zoologica. Gli animali infimi ne sono privi: negli insetti consta di un solo vaso pulsante e di lacune, e la circolazione è quasi intieramente lacunare: nei molluschi la circolazione si compie in un apparato composto di due specie di vasi (arteriosi e venosi) e di lacune: nei crostacei e negli aracnidi la circolazione si effettua per mezzo di un cuore dorsale consistente in un vaso pulsante, da cui nascono arterie che distribuiscono il sangue a tutte le parti del corpo, da cui ritorna per mezzo di canali venosi al cuore dopo aver attraversato l'apparato respiratorio. . . nei vertebrati la circolazione si compie in un apparato completo e chiuso composto del cuore e di un sistema di canali detti vasi sanguigni che distribuiscono il sangue per ogni punto del corpo. Il cuore giace nel centro dell'apparato circolatorio: è internamente vuoto: nei mammiferi e negli uccelli la cavità del cuore è divisa in quattro loggie di cui le due inferiori diconsi ventricoli, e le superiori orecchiette. Nei rettili ha solamente tre loggie, cioè due orecchiette ed un ventricolo; nei pesci non ne ha che due cioè un'orecchietta ed un ventricolo.

I vasi sanguigni che guidano il sangue dal cuore a tutte le parti del corpo, diconsi *arterie:* quelli che lo riconducono da tutte le parti del corpo al cuore chiamansi vene. Negli animali superiori il sistema arterioso piglia origine dal ventricolo sinistro del cuore per mezzo di un grosso tronco detto arteria aorta, la quale si divide e si suddivide in rami e ramoscelli sempre più numerosi e più piccoli, quanto più si innoltrano in parti più estese e più lontane. Nei rettili nascono dal cuore due aorte che prima di dividersi e suddividersi si riuniscono in un tronco comune. Nei pesci l'aorta non ha origine dal cuore, ma si forma dalla confluenza di singoli i tronchi riportanti dalle frangie branchiali il sangue arterioso. Le ultime e più piccole divisioni delle arterie comunicano per mezzo di vasi capillari colle estreme divisioni delle vene, le quali raccolgonsi in vene sempre più grosse ed infine sboccano nel cuore ridotte ad uno o due soli tronchi. Le vene seguono presso a poco la stessa via percorsa dalle arterie, ma sono più grosse, più numerose ed in generale trovansi più presso alla superficie del corpo. Il sistema circolatorio può venir paragonato ad un albero, il quale abbia il tronco curvato in maniera da connettere gli estremi ramoscelli colle ultime radici: il cuore si troverebbe nella parte del tronco, in cui principiano i due sistemi arterioso e venoso.

La struttura dell'apparato di circolazione e la via percorsa dal sangue variano nelle diverse classi d'animali. Negli animali che respirano per un organo speciale (polmone, branchie...) i vasi sanguigni non solo si diramano pei tessuti che hanno da nutrire, ma anche nel sistema respiratorio, dimodochè, questo liquido attraversa due ordini diversi di vasi capillari, l'uno che serve alla nutrizione, l'altro alla respirazione. Dicesi piccola circolazione quella fatta attraverso il sistema respiratorio, e grande circolazione l'altra che si compie in tutto il resto del corpo. Il sistema respiratorio varia nei differenti animali massimamente se sono terrestri od acquatici. Gli animali terrestri respirano per mezzo di polmoni o di trachee: quelli che vivono nell'acqua respirano l'ossigeno che vi sta sciolto per mezzo di branchie o di vasi acquiferi.

Tanto i polmoni come le branchie possono considerarsi come ghiandole a doppia entrata ed a doppia uscita. In essi entra continuamente dell'ossigeno e del sangue venoso, e da essi sorte di continuo dell'acido carbonico... e del sangue arterioso, il quale nel suo moto circolatorio e soprattutto nell'attraversare i vasi capillari, si trasforma in sangue venoso, dimodochè nella circolazione sanguigna vi è sempre del sangue venoso che si converte in arterioso, e del sangue arterioso che si converte in venoso. Questa mutua trasformazione chiamasi respirazione. L' ingresso dell' aria nell'organo respiratorio dicesi inspirazione; l'uscita di CO^2 del vapore acqueo, e talvolta di altri corpi chiamasi espirazione. Nella conversione del sangue arterioso in sangue venoso succede che l'ossigeno si combina con porzione di carbonio dei materiali organici del sangue, e per tale combinazione formasi dell'acido carbonico, che viene eliminato nell'espirazione, e delle materie fisse (urea, acido urico, acido ippurico) che vengono eliminate per mezzo dei reni e del sistema cutaneo. Nella conversione del sangue venoso in sangue arterioso succede sviluppo di CO^2 ed assorbimento d'ossigeno, il quale si unisce fisicamente soprattutto ai globuli. Negli animali inferiori (polipi, infusorii...) privi di un apposito organo per la respirazione, questa funzione ha luogo su tutta la superficie del corpo. La respirazione cutanea non ha solo luogo negli animali inferiori, ma ancora in altri animali che hanno l'apparato respiratorio poco sviluppato, come per esempio nei rettili (salamandre...) e negli anfibii (rane...).

Gli alimenti e l'aria sono le materie greggie indispensabili per la genesi del sangue ossia delle molecole capaci di mantenere, edificare e sviluppare gli organismi e la vita degli animali. Gli animali muoiono, se non possono respirare, poichè colla respirazione, cessa la produzione del sangue arterioso che li vivifica. Diffatti se l'animale appena cessò di vivere per mancanza di sangue arterioso, viene portato nell'aria o meglio nell'ossigeno, oppure si faccia giungere di questo gaz nel suo organo respiratorio, compare tosto nel suo organismo il sangue arterioso e con esso la vita. Il sangue

nell'atto che nutre ossia edifica i tessuti, le sue molecole fisiche si convertono costantemente in altre molecole ed i suoi individui chimici subiscono bene spesso delle variazioni più o meno profonde. Le molecole chimiche delle sostanze proteiche che formano il tessuto cellulare ed il connettivo sono diverse da quelle del sangue. Liebig riconobbe che la fibrina del sangue è diversa da quella che forma il tessuto muscolare: la prima trattata con acqua acidulata di $^1/_{10}$ di acido cloridrico si gonfia in una massa gelatinosa senza sciogliersi; la seconda si scioglie immediatamente. Ciascun tessuto attrae dal sangue ed assimila ossia converte in sostanza propria gli individui chimici di cui abbisogna per conservarsi e svolgersi. Tutti i tessuti tolgono al sangue delle materie proteiche: il tessuto adiposo si appropria sovrattutto delle materie grasse, il tessuto osseo del fosfato e carbonato di calce... I tessuti non solo si nutrono ma ancora si denutrono ossia si sformano, ed i loro materiali di demolizione vengono versati nel torrente della circolazione. Nei tessuti si debbono distinguere le sostanze che compongono il tessuto allo stato di assimilazione completa, le sostanze tirate dal sangue e destinate ad assimilarsi, ed i detriti ossia le sostanze provenienti dalla demolizione dei tessuti. Le due prime classi comprendono sostanze colloidi, la terza delle sostanze cristalloidi. Le ossa si nutrono all'esterno e si denutrono all'interno ossia crescono nelle parti esterne per la sovrapposizione di nuovi strati e decrescono internamente. Le unghie si nutrono alla base e si denutrono all'apice, trasformandosi in sostanze non più soggette all'influenza delle risultanti dinamiche superiori. Il ghiro e la marmotta, quando sono in istato letargico, vivono soprattutto a spese della denutrizione del tessuto adiposo, poichè incominciano il sonno in istato di estrema grassezza e svegliansi assai macilenti. Il tessuto muscolare, il connettivo si nutrono e si denutrono. Alcuni tessuti però, come i denti, i nervi, non sembrano soggetti a denutrizione. Quando la nutrizione è più grande della denutrizione, gli animali crescono; quando è uguale alla denutrizione restano stazionarii, quando è più piccola della denu-

trizione gli animali diminuiscono. Gli animali, nel periodo d'incubazione si nutrono senza denutrirsi; nel periodo della loro gioventù la nutrizione prevale, in quello della vecchiaia come pure in certe malattie prevale la denutrizione.

L'ente che costituisce gli animali si rinnova dunque continuamente, ma la loro forma non cangia perchè la suprema ragione dinamica non cangia ed obbliga le nuove molecole che entrano a costituire gli organi, a sostituire ed ordinarsi nello stesso modo di quelle che escono e cessano di farvi parte. « *Ce qu'il y a, dit Buffon, de plus constante, de plus inaltérable dans la nature c'est l'empreinte où le moule de chaque espèce tant dans les animaux que dans les végétaux; ce qu'il y a de plus variable et de plus corruptible, s'est la substance qui les compose* ». Cuvier sviluppando questa bella idea ha detto: « *Dans les corps vivants, aucune molecule ne reste en place; toutes entrent et sortent successivement: la vie est un tourbillon continuel, dont la direction, toute compliquée qu'elle est, demeure constante, ainsi que l'espèce des molécules qu'y sont entrainées, mais non les molécules individuelles elles-mêmes; au contraire la matière actuelle du corps vivant n'y sera bientôt plus, et cependant elle est depositaire de la force qui contraindra la matière future à marcher dans le même sens qu'elle. Ainsi la forme de ces corps leur est plus essentielle que leur matière puisque celle-ci change sans cesse, tandis que l'autre se conserve* ».

Il sangue non solo nutre i tessuti già esistenti, ma puo ancora generarne dei nuovi: esso fornisce inoltre alle diverse ghiandole e membrane le materie occorrenti per il compimento delle loro funzioni. La piaga prodotta nel corpo dell'uomo si cicatrizza formando una nuova pelle: le ossa possono essere totalmente rigenerate purchè vi sia il periostio. L'attitudine alla rigenerazione è poi potentissima negli animali inferiori: i gamberi ed i ragni rigenerano una nuova zampa in cima al moncherino rimasto dopo la mutilazione; le lucertole riproducono la coda; i lombrici ed altri anellidi ricostituiscono il corpo quasi per intero... Gli organi rigenerati sono simili agli organi primitivi perchè il sangue è

sollecitato dalle forze superiori ad edificare e mantenere formati gli organi dell'animale di cui fa parte. Di qui il perchè gli uomini sentono ancora gli organi che li furono amputati. Le ghiandole e le membrane, sia mucose, che sierose, trasformano continuamente il sangue in particolari prodotti (saliva, sugo gastrico, sugo pancreatico, bile, sugo intestinale, muco, siero. . .), ed una tale trasformazione è conosciuta sotto il nome di secrezione. Il fegato elabora la bile, il pancreas il sugo pancreatico, le ghiandole gastriche il sugo gastrico. . . . Le ghiandole ora si trovano in istato di attività chimica e trasformano il sangue nel prodotto di secrezione, ora si trovano in istato di attività idraulica e separano questo prodotto. Il sangue venoso delle ghiandole è nero quando desse si trovano in istato d'attività chimica e sembrano in riposo, ed è rosso quando espellono il prodotto di secrezione (Bernard). Il sangue venoso nero delle ghiandole contiene meno ossigeno del rosso, lo che dimostra che una porzione di quest'elemento viene consumato per la formazione dei prodotti di secrezione. I materiali del sangue che si trasformano in prodotti di secrezione sono quelli provenienti dalla demolizione dei tessuti. Gli alimenti di cui si cibano gli animali, descrivono prima di venire eliminati al di fuori un ciclo intiero; sotto l'influenza dei sughi digestivi si cangiano progredendo in chimo, successivamente in chilo, poi in sangue, in tessuti, quindi retrocedendo si convertono in materiali di demolizione, in secrezioni, le quali dopo avere eseguite le debite funzioni, vengono eliminate sotto forma di escrementi. Se, per mezzo delle ghiandole, il sangue si spoglia dei materiali di demolizione dei tessuti, per mezzo del sistema cutaneo e dei reni si sbarazza dei prodotti fissi della respirazione. I reni si possono considerare come dei filtri, pei quali passano per endosmosi l'urea, l'acido urico ed altre sostanze cristalloidi. Le feci, l'urina, le materie eliminate dalla pelle (traspirazione cutanea, sudore) e dal sistema respiratorio costituiscono le escrezioni, gli ultimi detriti degli animali. In un animale stazionario la quantità degli escrementi è uguale a quella degli alimenti, o con altre parole

la quantità di tessuti edificati dagli alimenti è eguale alla quantità di tessuti demoliti e trasformati in detriti: in un animale che cresce di peso la quantità dei tessuti fabbricati è maggiore di quella dei tessuti demoliti... Gli alimenti elaborati dai sughi digestivi, entrati nel torrente sanguigno, rigenerano dopo avere edificato i tessuti, i sughi digestivi.

Le materie greggie (alimenti, ossigeno...) nell'assimilarsi agli animali ossia nel produrre i sughi nutritivi e nell' edificare i differenti tessuti si condensano, e per tale condensazione le rette (energie distanziali o potenziali) chimiche, fisiche... diminuiscouo, e le rispondenti curve (energie attuali, velocità), crescono e si sviluppa del calorico, dell'elettrico... il quale si accumula, condotto dai nervi, nei ganglii, da cui passa a misura del bisogno negli altri tessuti, sollecitandoli a compiere le contrazioni e le espansioni, e gli altri movimenti il cui armonico insieme costituisce la vita, la sintesi organica dell'animale. Gli alimenti si condensano nell'atto che si convertono in chimo e quindi in chilo, il chilo si condensa nell'atto che si converte in sangue, il sangue si addensa nel convertirsi nei tessuti, ma la maggiore condensazione e quindi il maggiore sviluppo di calorico e di elettrico ha luogo nell'atto che il sangue arterioso si converte in sangue venoso. L'esperienza ci insegna che la temperatura del sangue aumenta nell'atto della digestione, perchè in questo tempo gli alimenti si convertono successivamente in chimo, chilo e sangue, e si addensano. La combinazione dell'ossigeno inspirato con il carbonio del sangue, contrariamente a quanto aveva ammesso Lavoisier, non ha solamente luogo nei polmoni, ma d'accordo colla intuizione dell'illustre geometra Lagrange, relativa alla diffusione della combustione fisiologica ed alla produzione del calore animale, in tutte le parti dell'economia, si effettua in tutte le regioni dell'apparato circolatorio, in tutti i tessuti, e soprattutto nei vasi capillari. W. Edwards ha diffatti riconosciuto che le rane ed altri animali collocati sia nell'azoto che nell'idrogeno sviluppano dell' acido carbonico: Magnus ha trovato che il sangue arterioso tiene in soluzione molto ossigeno e poco

acido carbonico, e quello venoso molto CO^2 e poco ossigeno: C. Bernard ha constatato che il sangue che giunge al polmone è più caldo di quello che esce da quest'organo.

La temperatura degli animali dipende dalle condensazioni molecolari che gli alimenti subiscono nell'atto che ad essi si assimilano e si individuano. La temperatura animale è diffatti tanto più elevata quanto più denso e viscoso è il sangue, e quanto maggiore è la quantità di ossigeno che gli animali consumano e d'acido carbonico che producono. Negli uccelli il sangue è più denso e più viscoso, e la respirazione è più attiva che nei mammiferi; la temperatura dei primi è anche maggiore (42) di quella dei secondi (38 circa). Il sangue degli uccelli e dei mammiferi è più denso e più viscoso di quello degli animali a sangue freddo. In questi animali (rettili, molluschi, crostacei. . .) inoltre la respirazione è molto meno attiva che in quelli a sangue caldo. Vi è una relazione tra l'ossigeno consumato in un dato tempo e la grandezza ed attività dell'animale. A pari grado d'attività la quantità d'ossigeno consumato cresce colla grandezza dell'animale. In un'ora un cavallo consuma circa 200 litri di ossigeno; un uomo adulto ne consuma circa 20 litri; un coniglio un poco meno di due litri; un gatto circa un litro e mezzo... ed esalano dei volumi un poco minori di CO^2. Gli animali quando dormono consumano minore quantità di ossigeno che quando sono svegliati. Le marmotte ed altri analoghi animali nello stato di torpore consumano una quantità piccolissima d'ossigeno... Le rane ed i rospi, tuttochè sieno molto più grossi di alcune farfalle, consumano meno d'ossigeno di queste, perchè sono molto meno vivaci, e si muovono lentamente e di rado. Tutto ciò che affievolisce la potenza dei moti vitali diminuisce e la misura dell'ossigeno assorbito e quella del CO^2 esalato, mentre all'opposto ciò che accresce l'attività d'un animale gli aumenta anche l'energia della respirazione.

Negli animali, come negli altri esseri, le parti dipendono dal tutto, ed il tutto dipende dalle parti, è un grande sistema di mutua solidarietà. Le attività molecolari o con altre

parole, le energie potenziali ed attuali chimiche e fisiche dipendono dalle attività superiori e non si manifestano in quel dato modo senza di esse, e le energie potenziali ed attuali superiori dipendono dalle attività fisico-chimiche generatrici delle radiazioni elettriche, calorifiche... che ad esse provengono. Il moto circolatorio del sangue e degli altri liquidi dipende dal moto di contrazione e di espansione dei vasi in cui sono contenuti; il moto di contrazione e di espansione dei vasi dipende da un moto analogo dei muscoli, il moto dei muscoli e degli altri tessuti congeneri viene sollecitato dalle correnti elettriche del sistema nervoso, l'elettrico che circola nel sistema nervoso e negli altri sistemi deriva dalle attività molecolari del sangue. Diffatti il cuore, quando è vuoto e non riceve più del sangue, cessa di battere ossia di muoversi (Haller): nello sviluppo dell'embrione, la formazione del sangue precede di alcune ore l'apparizione delle prime pulsazioni del cuore: « la manifestazione dei fenomeni vitali è strettamente legata a quella dei fenomeni fisico-chimici, le proprietà vitali risiedono negli elementi organici (Cl. Bernard) ». Ma i fenomeni fisico-chimici, che sono sorgente dei fenomeni vitali, non hanno luogo senza il concorso dei fenomeni vitali, senza le attività superiori: essi cessano di manifestarsi se il sangue cessa di circolare, se cessano le oscillazioni superiori che costituiscono una condizione indispensabile alla loro manifestazione. Dalle attività molecolari nasce la cagione dei fenomeni vitali, dalle attività vitali deriva la ragione che determina i fenomeni fisico-chimici. L'elettrico sensibile (energia elettrica attuale) che si sviluppa per la condensazione delle molecole, si reca passando per i nervi sensitivi ai rispettivi centri nervosi, ove si accumula convertendosi in elettrico latente (energia elettrica potenziale) con far crescere gli angoli che gli assi delle molecole fanno colle rette intorno cui girano: i centri nervosi convertono, a misura del bisogno, facendo diminuire i detti angoli, l'elettrico latente in elettrico sensibile e lo spingono nei nervi motori, i quali lo conducono ai rispettivi tessuti, e li eccitano a compiere i moti necessarii al mantenimento della vita.

La corrente elettrica diffatti se va dai muscoli, dai tessuti ai centri nervosi produce una sensazione, ma se va dai centri nervosi ai muscoli produce una contrazione. I moti di ciascun organo, di ciascun tessuto, sono presieduti da particolari centri nervosi, i quali sono a loro turno presieduti da altri centri nervosi successivamente più grandi finchè si arriva al centro nervoso supremo che presiede all'ordine ed all'armonia di tutti i centri nervosi e quindi di tutti gli altri organi, e fa sì che i moti che compie ciascun organo siano d'accordo con quelli eseguiti dagli altri. Se si tagliano i nervi che giungono ad un organo, l'organo cessa di funzionare ossia di eseguire i movimenti che li sono proprii. Vi hanno dei centri nervosi che presiedono alla masticazione, di quelli che presiedono alla deglutizione, e di quelli che presiedono alle altre funzioni. Dalle sperienze di Faivre sopra gli insetti, risulta che il ganglio sotto esofago di questi animali è in rapporto colla presa degli alimenti e colla masticazione, che il ganglio frontale presiede alla deglutizione, giacchè se si taglia il primo ganglio, la presa degli alimenti e la masticazione diventano impossibili, ma persiste la deglutizione, e se si recide il ganglio frontale, la deglutizione resta distrutta e persistono la prensione e la masticazione. Nel midollo spinale ed allungato vi esistono tre centri nervosi circoscritti in uno spazio relativamente assai piccolo. Il centro genito-spinale situato alla quarta vertebra lombare, il quale presiede ai moti della parte inferiore del canale intestinale, della vescica e dei vasi deferenti. Il centro cilio-spinale posto tra la sesta vertebra cervicale e la quarta del petto che dirige i movimenti delle pupille e delle arterie della testa. Il centro respiratorio o punto vitale di Flourens che presiede ai movimenti respiratorii. Si possono ferire tutte le altre parti del midollo senza che i moti respiratorii vengano immediatamente arrestati: ma se con uno stromento introdotto tra l'occipite e l'atlante si produce una lesione in un punto situato tra le origini apparenti dei nervi pneumo-gastrici, i moti respiratorii si arrestano per intiero e l'animale muore immediatamente.

I moti involontarii sono direttamente eccitati dal sistema gangliare, il quale trovasi gerarchicamente sotto gli ordini del sistema cerebro-spinale. Da questo sistema nascono diffatti non solo i nervi che presiedono alla vita di relazione, ma ancora di quelli che presiedono alla vita organica ossia alle funzioni di nutrizione e di riproduzione. Dalle radici anteriori e da quelle posteriori del midollo spinale, o piuttosto dalla loro riunione in un nervo misto, partono in effetto dei filetti che si rendono ai ganglii che costituiscono il gran simpatico. Intanto i centri nervosi inferiori possono senza il concorso di quelli superiori eccitare dei movimenti: distruggendo diffatti il midollo spinale, si aboliscono tutti i moti della vita di relazione, ma non si arrestano tutti i movimenti della vita organica: ciò tuttavia non toglie che le funzioni dei centri inferiori siano subordinate a quelle dei centri maggiori, giacchè in un animale in istato di equilibrio, la struttura dei diversi organismi è tale che ciascuno di essi non può eseguire che quei moti, quelle funzioni che sono d'accordo con quelle eseguite dagli altri, giacchè dirò col celebre fisiologo Flourens: « *Toutes les parties, toutes les fonctions, toutes les modifications des parties et des fonctions, sont faites les unes pour les autres, et toutes pour un but donnè..... Pour qu'un animal puisse subsister, il faut que toutes ses fonctions se coordonnent entre elles de manière à rendre son existence possible. Il y a donc entre toutes les fonctions une harmonie nécessaire* ».

Negli animali, come negli altri sistemi naturali, il tutto è la sintesi delle parti da cui è formato: le forze, i moti degli organi minori si individuano insieme per generare le forze, i moti degli organi maggiori. Diffatti le correnti elettriche, le circolazioni degli elementi organici si individuano negli organi immediatamente superiori, e successivamente negli altri organi di più in più grandi, di guisa che tutte le correnti dinamiche, tutte le circolazioni dei liquidi, tutte le forze parziali formano insieme accordate ed unificate la corrente, la circolazione e la risultante supreme. Le qualità degli animali dipendono dal modo con cui si muovono, il modo di

muoversi degli animali dipende dal loro modo d'essere, ossia dalla loro costituzione, dalla loro natura, il modo d'essere degli animali è funzione della specie, del numero e della disposizione delle parti da cui sono formati. Come nel suono armonico di più stromenti si debbe distinguere il suono di ciascun stromento, ed il suono totale, così in un animale si debbono distinguere le qualità proprie delle parti e le qualità proprie del tutto. I polmoni come parti, eseguiscono dei particolari movimenti, in virtù dei quali, col concorso dell'aria, il sangue venoso si converte in sangue arterioso, come concorrenti con le altre parti a formare il tutto, fanno nascere nell'animale l'istinto della respirazione ed altri istinti; l'organo genitale, femmineo e quello maschile, come parti preparano le molecole capaci di edificare, quando vengono mescolate insieme, il primo centro di un nuovo individuo simile, come formanti con gli altri organi il tutto, fanno nascere nell'animale l'istinto di riproduzione ed altri istinti. È l'istinto supremo d'esistenza che eccita l'intiero animale e tutte le parti da cui è formato ad eseguire le funzioni, i moti che lo fanno esistere: è il supremo istinto di perpetuazione della sua specie che determina l'animale a compiere le funzioni proprie a generare degli individui simili.

Negli animali vi hanno delle parti che funzionano da potenze, delle parti che dirigono le potenze, e delle parti che fanno l'ufficio delle leve. I muscoli si possono considerare come le prime potenze motrici degli animali. Gli animali meno perfetti hanno i muscoli volontari cioè quelli direttamente eccitati dal supremo centro nervoso, inserti nella pelle, e mercè le loro contrazioni ed espansioni variano la forma dei loro corpi in guisa da farli muovere in tutto od in parte. Negli altri animali i muscoli si inseriscono nelle ossa ed in altri organi speciali e producono dei moti diversi a seconda del senso in cui agiscono e della struttura dell'organismo su cui agiscono: al volo, al nuoto, al salto, all'incesso, allo strisciamento, ed alle altre maniere di movimento degli animali corrispondono peculiari forme e disposizioni degli organi locomotivi, ed a tutti questi meccanismi si può applicare

la teoria delle leve, quella della gravità, della composizione delle forze, e della resistenza dei mezzi... di cui abbiamo fatto cenno nella prima parte di quest'opera.

Le impressioni che gli agenti esterni producono sul derma (cute) vengono assimilate dai nervi sensitivi e condotte al comune sensorio. L'assimilazione delle impronte ossia la sensazione consiste nel concepire che fanno gli elementi nervosi delle vibrazioni simili alle forme ideali dei corpi esterni che trasmettono. I nervi sentono solo le forme vive che sono capaci di trasmettere, o con altre parole a cui sono trasparenti. A parte la sensibilità generale appartenente a tutta la superficie del corpo vi sono delle sensazioni speciali spettanti ad organi speciali, quali sono l'organo del tatto, della vista, dell'udito, del gusto e dell'odorato. Ciascun nervo sensoriale sente solo le forme ideali di cui può concepire e trasmettere i movimenti. Il nervo acustico non sente e non trasmette al cervello che le forme vive che sono cagione della sensazione sonora: il nervo ottico concepisce e trasmette solo al cervello quelle forme ideali che sono causa della sensazione luminosa... Pungendo i ridetti nervi non si sente dolore, ma se si pungono quelli della sensibilità generale, allora si soffre la sensazione del dolore. Se i corpi, i nervi che trasmettono le forme ideali luminose vibrano luminosamente, quelli che propagano le forme ideali dolorose vibrano dolorosamente. Tutta la superficie della pelle è dotata di sensibilità generale e di sensibilità tattile, ma non in tutte le parti questa sensibilità è ugualmente squisita e può essere esercitata in un modo attivo. La sensibilità generale è molto squisita nella faccia, mentre la tattile è molto squisita in quelle parti (polpastrello delle dita nell'uomo, estremità del naso nell'elefante, contorno delle labbra nel bue, nel cavallo...) che si possono volontariamente adattare alla forma dell'oggetto che si esamina. I nervi tattili terminano per lo più nei così detti corpuscoli di Pacini. Vi hanno malattie (*analgesia*) in cui si perde la sensibilità generale e si conserva la sensibilità tattile; di quelle (*anestesia*) in cui si perdono ambedue le sensibilità generale e tattile... Gli individui affetti dalla

prima malattia sono opachi al dolore e diafani al tatto, non sentono cioè più dolore quando si punge o si irrita la loro pelle, tuttochè sentano il contatto dei corpi i più leggieri, per es. lo strofinamento delle barbe di una penna. La sensibilità tattile è tanto più squisita, quanto più sottile è l'epidermide, e quanto maggiori sono le papille del derma, in cui finiscono i così detti nervi del tatto.

Negli organi delle sensazioni speciali oltre gli appositi nervi, vi è ancora un particolare organismo destinato a ricevere l'impressione ossia le forme vive dei corpi esterni. L'organo cessa di compiere le sue normali funzioni sia che si tolga l'organismo che riceve le forme vive, sia che si tagli il nervo che le conduce ai centri nervosi. La luce, cadendo direttamente sul nervo dell'occhio posto a nudo, non produce sensazione alcuna: lo zucchero non desta più la sensazione, posto sulla lingua spogliata della sua pellicola esterna; i corpi volatili non producono alcuna sensazione, sulle fosse nasali svestite della membrana detta pituitaria... Le membrane degli organi speciali servono ad assimilare le forme vive dei corpi esterni, i nervi a condurle ai rispettivi centri. La membrana dell'organo del gusto assimila le forme vive generate dalle azioni chimico-fisiche che hanno luogo tra le molecole dei corpi e quelle della saliva. La membrana pituitaria assimila le forme vive particolari che producono i corpi volatili. Gli organi speciali, quando sono normalmente costituiti, assimilano e soggettivano le forme vive senza alterarle, nei casi anormali possono alterarle. Di qui il perchè vi hanno individui (Dalton) che vedono verde ciò che è rosso.

Le forme vive assimilate dai rispettivi organi, giunte che sieno al massimo ganglio nervoso ossia al cervello, vengono scolpite nel di lui centro, e poi tramandate alla periferia, da cui vengono riflesse verso il centro, che le tramanda di nuovo verso la periferia... Nel ricevere che fa il centro del cervello, l'incisione delle forme vive consiste la percezione; nell'irradiare che fa il cervello, le forme vive dal centro alla periferia e dalla periferia verso il centro consiste la cognizione, e nella più volte ripetuta riflessione delle medesime

idee, l'intelligenza. Il cervello percepisce, conosce, ed intende le idee che lo attraversano ed imprimono e scolpiscono in esso le loro forme, in virtù dei movimenti particolari di cui è animato. Le idee conosciute ed intese lasciano nel sistema nervoso, dopo la loro riflessione, delle vestigia, nelle quali e nella tendenza che ha l'ente di riprodurre le forme che ha già prodotte risiede la memoria, ossia la facoltà che ha il sistema nervoso di conservare le impronte delle idee acquistate (*ritentiva*) di richiamarle (*reminiscenza*) e di riconoscere (*ricordo*) richiamate che siano dallo stato virtuale allo stato reale. Le facoltà di percezione, di conoscere, di intendere e di ricordarsi variano nei differenti animali a seconda della loro costituzione: esse mancano negli animali privi di cervello, sono molto confuse nella pluralità degli animali e non si manifestano con una certa chiarezza che negli animali superiori. Le scimie, i cani, gli uccelli ed altri animali, hanno la facoltà di conoscere le cose ed eseguiscono delle azioni che sono il risultato dell'intelligenza. Plutarco assicura aver veduto un cane, gettare dei piccoli ciottoli dentro una brocca che non era del tutto piena d'olio, onde farlo ascendere nelle parti superiori. Sovente il cavallo riconosce una strada da lui percorsa una volta sola, e che da più anni non ha riveduta. Nè la memoria è meno fina nel cane, nell'elefante, ed in vari altri mammiferi, mentre spesso si vegga riconoscere, dopo lunga assenza, le persone che ne presero cura o li avevano maltrattati. Molti animali danno segno di attivissima immaginazione nei loro sogni: un cavallo abituato al fracasso delle armi, al fumo della polvere, al suono della tromba guerriera, vede, sognando, i combattenti, e crede tuttora di essere sul campo di battaglia. La stessa cosa succede ai cani da caccia.

Negli uomini, stante la particolare struttura del loro corpo e soprattutto del loro cervello, il quale, per il grande numero di circonvoluzioni, e di centri di vibrazione e di radiazione, si può considerare come un apparecchio ottico vivente dei più complessi, le facoltà di percepire, di conoscere, di intendere e della memoria sono molto più chiare

e molto più perfette e distinte che negli animali: essi inoltre sanno di conoscere e di intendere, ragionano e sanno di ragionare. Sanno di conoscere e di intendere stante il potere che ha il loro intelletto di riflettere un grande numero di volte le stesse forme vive; di individuare le forme vive minori in forme vive di più in più grandi; di decomporre le forme vive complesse in forme vive successivamente meno complesse, finchè si arriva alle forme vive semplici, e di far convergere nello stesso punto, e da esso divergere le idee. Ragionano e sanno di ragionare in quanto che vedono le relazioni delle diverse forme vive presenti, e di queste colle passate e colle future, le cagioni produttrici delle forme vive e le relazioni che le prime offrono con le seconde, deducono da forme vive altre forme vive, le connettono insieme, le dispongono giusta la legge dell'ordine... L'uomo è trasparente a quasi tutte le forme ideali provenienti dai corpi esterni e può nella meditazione generare queste ed altre nuove forme. L'uomo nel conoscere l'essere ed il modo d'essere dell'ente che forma se stesso, conosce pure l'essere ed il modo d'essere dell'ente che forma gli altri oggetti, essendochè le forme ideali che riceve dal mondo esterno, sono simili alle forme vive descritte, e queste sono simili alle forme reali, o con altre parole il fenomeno è simile al noumeno, l'effetto è simile alla causa...

L'ente che forma l'umano intelletto (cervello) essendo identico con quello che forma gli altri esseri cosmici, ne viene che l'intuito (massimo centro, massimo io del cervello) nel vedere l'ente proprio, vede pure l'ente universale. Intanto siccome l'ente può manifestarsi in un numero infinito di modi, così il modo di manifestarsi dell'ente intellettuale può essere simile o diverso dal modo con cui si manifesta l'ente che costituisce gli altri esseri, imperocchè l'ente intellettuale è libero nelle sue manifestazioni: quando è simile l'intelletto si muove e pensa come la natura, come l'ente universale; quando è diverso si muove e pensa diversamente... La verità è ciò che è, ossia è l'ente universale in quanto realmente si manifesta in un numero infinito di enti, di esseri particolari.

Affinchè, giusta il principio fondamentale della filosofia di Hegel, il pensiero sia identico all'essere, l'ideale al reale, il subbiettivo all'obbiettivo, o con altre parole affinchè le manifestazioni dell'essere intellettuale siano una copia fedele delle manifestazioni reali e rappresentino le radiazioni (forme ideali) degli altri esseri, è necessario che l'intelletto nella percezione osservi e copii le forme ideali che da essi provengono, e nella meditazione produca delle vibrazioni e quindi delle idee simili: così facendo, il suo pensiero particolare sarà simile a quello dell'ente universale, rappresenterà cioè la verità, giacchè, come ben disse il filosofo Iacobi, sono vere solo quelle cognizioni che corrispondono a qualche cosa di reale al di fuori di noi, e ci danno la convinzione che l'oggetto esiste realmente e sono una manifestazione del medesimo, non essendovi alcuna verità, alcuna cognizione senza obbietto reale.

L'intuito ideale di Platone, e l'investigazione empirica di Aristotele sono dunque i due modi unicamente veri della cognizione umana. Questi due modi non si possono assolutamente separare l'uno dall'altro, inquantochè nelle cause e ragioni vedute dall'intuito sono contenuti gli effetti ed i rapporti scoperti dall'investigazione e reciprocamente: nel loro accordo risiede il criterio del vero. Il secolo decimonono debbe legare ai fatti la speculazione che il secolo decimottavo ha dai fatti separata.

Il realismo fondato sul principio del moto è pure inseparabile dal razionalismo ontologico fondato sul principio di attività e di relazione, imperocchè il moto è prodotto dall'attività dell'ente e diretto dalla ragione che vi è tra le diverse attività, i diversi moti. Il modo di manifestarsi e di muoversi degli esseri esistenti in un luogo dipende, in quanto agli esseri contemporanei, dalle radiazioni eteree che giungono in quel luogo provenienti dalle vibrazioni degli altri esseri, alcuni dei quali possono già aver cessato d'esistere giacchè le ondulazioni eteree impiegano un tempo per passare da uno in un altro luogo dello spazio: in quanto alle esistenze successive, le presenti sono determinate dalle atti-

vità e dalle ragioni delle esistenze passate, e le future dalle attività e dalle ragioni delle esistenze presenti, di guisa che il presente è figlio del passato e padre del futuro, e partendo dal presente si può retrocedere di passato in passato sino al primo passato ossia sino alle prime esistenze, alla nascita del moto, dell'armonia, della vita, e dalle prime esistenze sino alla creazione dell'ente, e progredire di futuro in futuro sino all'ultimo futuro, alle ultime esistenze, ossia sino all'estinzione della vita, dell'armonia, del moto, e dalle ultime esistenze sino alla risoluzione dell'ente in non ente. Nel primo e nell'ultimo termine di quest'immensa catena risiede il principio di creazione, negli intermedii il principio del divenire: nella successione del principio del divenire, risiede il principio storico, il quale comprende tutte le attività e ragioni che l'ente universale ha sviluppato dal momento della sua creazione sino al tempo presente. Per conoscere il principio storico, bisogna studiare attentamente l'ordine cronologico con cui le differenti esistenze, i differenti fatti si sono succeduti, e questo studio costituisce la storia, la quale se abbraccia tutte le cose dicesi storia dell'universo, se solo la terra, storia terrestre, se si limita all'umana specie, storia dell'umanità.... Ma siccome in natura tutto è insieme legato da necessarii scambievoli ed armonici rapporti, così lo studio particolare di certe cose non è completo se non si sviluppano le relazioni che offrono con le altre cose contemporanee e successive e non si chiarisce che tutte le cose obbediscono alle stesse leggi generali e risultano formate dello stesso ente. Ogni essere, ogni cosa consiste in più curve chiuse che le rispettive attività descrivono secondo le armoniche leggi di Keplero, intorno lo stesso centro, la cui attività descrive, giusta le stesse leggi una curva maggiore intorno ad un altro centro, che ne descrive un' altra più grande intorno ad un altro e così di seguito di curva in curva maggiore sino all'infinito. L'ente che forma il genere umano studiando se stesso e le sue modificazioni, ha imparato le esposte e tantissime altre cognizioni; ha imparato che l'ente universale è ritmico ed armonico, e nella

successiva creazione dei diversi esseri, seguì la legge del progressivo sviluppo e perfezionamento, e generò delle esistenze e quindi delle vibrazioni e delle curve di più in più complesse, di più in più ordinate, equilibrate ed armoniche; ha imparato i limiti finiti da cui è circoscritto, e l'infinito di cui è parte e da cui provengono le radiazioni che lo modificano ed a cui giungono quelle che da lui emanano...

Ad ogni nervo sensitivo corrisponde un nervo motore. I nervi sensitivi esterni si distinguono da quelli interni in quanto che, oltre di trasmettere ai centri nervosi le radiazioni che ricevono dal sangue, comunicano e trasmettono ancora le radiazioni che ricevono dai corpi esterni. Il celebre fisiologo Bernard ha riconosciuto che nei nervi sensitivi rachidiani, le sensazioni passano dai nervi alla materia bianca sensibile del midollo, e vengono poi condotte dalla materia grigia che è insensibile, giacchè desse arrivano al cervello anche dopo che si sono tagliati tutti i fascetti bianchi del midollo spinale. Lo stesso fisiologo ha dimostrato che le eccitazioni motrici per portarsi dal cervello ai rispettivi nervi motori, passano per la materia bianca del midollo, la quale è quindi destinata a ricevere le sensazioni dei nervi sensitivi, e a trasmettere le correnti ai nervi motori. I movimenti che le molecole nervose concepiscono nell'atto che conducono le radiazioni motrici debbono essere contrarii ed opposti a quelli che concepiscono nell'atto che ricevono e trasmettono una sensazione. Molto probabilmente le molecole del midollo spinale, nell'atto che ricevono e propagano una sensazione, il loro asse s'inclina maggiormente, e per tale aumento nel grado d'inclinazione dell'elettrico libero viene convertito in elettrico latente, e nell'istante che trasmettono una radiazione motrice, il loro asse diviene meno inclinato, e dell'elettrico latente si cangia in elettrico libero, il quale giunto ai muscoli o ad altri analoghi tessuti li induce a muoversi. L'insieme dell'azione nervosa si compone dunque di tre manifestazioni distinte che si compiono in tre tempi: 1° sensazione; 2° trasmutazione della sensazione in eccitazione motrice; 3° movimento (Bernard). Il modo con cui

questa trasformazione si compie è facile ad essere concepito, essendo che le cellule nervose da cui nascono le radici posteriori, comunicano colle cellule da cui nascono le radici anteriori. La conversione della sensazione in eccitazione, in generale si compie nel cervello, ma può anche in certi casi compiersi nel midollo od in altri minori centri nervosi.

Le forme ideali nell'atto che sono soggettivate dal cervello diventano cognizioni; nell'atto che sono soggettivate dal cuore e dagli altri centri diventano sentimenti, affezioni. Gli animali soggettivano le forme ideali in quanto le fanno successivamente affluire e convergere verso i centri dei differenti organi, e quindi le fanno irradiare e divergere verso la loro periferia, e di nuovo riflettere verso i centri... Le cognizioni che si acquistano sono tanto più chiare e più distinte quanto più sono isolate dai sentimenti. Nelle profonde meditazioni e vive immaginazioni, l'intelletto è quasi totalmente isolato dalle sensazioni sia esterne che interne, cioè non soggettiva più nè le une nè le altre. Archimede, meditando le sue figure geometriche, non scorge il barbaro romano che va a trucidarlo. Leibnitz narra il seguente fatto: un detenuto resistendo ai tormenti della tortura, nei momenti i più dolorosi aveva pronunciato queste parole: *ah! ti veggo, ti veggo.* Quando il suo processo fu finito, gli fu chiesto cosa avesse veduto, *la forca*, disse egli, *che mi aspettava se mi fossi lasciato vincere dal dolore.* Il sentimento accieca, l'intelletto illumina, schiarisce. A misura che i sentimenti crescono, le cognizioni diventano più oscure, e quando prevalgono, l'intelletto si offusca; quando il sentimento è massimo, l'uomo, come si dice volgarmente, ha perduta la testa. Per acquistare delle cognizioni chiare e distinte, bisogna quindi separarle, per quanto si può, dai sentimenti. Nelle matematiche la chiarezza dell'intelletto è massima, perchè nessun sentimento, generalmente parlando, si associa alle linee ed alle figure che si intellettualizzano. Gli uomini acciecati da qualche sentimento od erronea opinione, non vedono le cose come sono, ma come le fa vedere il sentimento o l'opinione.

Le forme ideali fanno nascere dei sentimenti diversi a se-

conda della loro natura e del modo di essere e di divenire degli organi che le soggettivano; esse svegliano delle affezioni piacevoli o spiacevoli secondochè sono o no in armonia col modo d'essere e di muoversi degli organi da cui sono soggettivate; e siccome il modo d'essere e di muoversi degli organi varia nei differenti animali, ed anche nello stesso animale, a seconda delle condizioni in cui si trova, si comprende il perchè le stesse forme ideali, le stesse sensazioni esterne ed interne possano produrre delle affezioni, dei sentimenti diversi. I colori che eccitano ira e furore in alcuni animali (per esempio, il colore rosso nei buoi) non cagionano simili sentimenti nell'uomo. La melodia ed il ritmo musicale, mentre producono sentimenti di piacere nel canarino ed in tanti altri animali, riescono dolorosi ai cani. L'odore di assafetida che spiace agli uomini che vivono in climi freddi e temperati, piace a quelli che vivono in climi più caldi. Le digestioni quando sono facili sono accompagnate da sentimenti di ilarità, di benessere; quando sono difficili producono tristezza, melanconia e sentimenti affannosi. La giovialità, l'affabilità, la bontà, l'equità stessa, dice Tissot, possono essere distrutte da alimenti difficili a digerirsi, da eccessivi alimenti, da alimenti acri. Le bevande che sviluppano pronto calore, ed accrescono le velocità vitali fanno sparire l'angoscia, la tristezza, l'invidia, la vergogna, l'odio, il timore, le cure inquiete. Bisogna quindi che i nostri quotidiani cibi sieno in tale quantità e di tale natura da essere facilmente digeriti e da far nascere dei buoni sentimenti, giacchè gli equilibri e le armonie della vita vegetativa, fanno nascere degli equilibrii e delle armonie corrispondenti nella vita animale. Tutto piace ad uomo sano, che con facilità compie le funzioni di nutrizione; tutto ci importuna e ci rattrista, quando gravi e difficili sono le mentovate funzioni.

Un forte sentimento, ossia una forte tensione delle nostre potenze verso una data direzione, ci impedisce di soggettivare altre forme vive, altre impressioni e ci rende ad esse insensibili. Il soldato non sente le ferite nel calore del com-

battimento. Un buon religioso si rese estatico ed insensibile all'operazione del taglio della pietra guardando fissamente un crocifisso che aveva tra le mani e premendolo contro il suo petto. Tutto ciò che impedisce (cloroformio, etere....) alle sensazioni di soggettivarsi al cuore rende gli animali insensibili ai dolori ed ai piaceri.

Nel sonno i nervi sensitivi sono opachi alle sensazioni ossia non le soggettivano. Il passaggio di un animale dallo stato di veglia a quello di sonno e da questo a quello, è un effetto dipendente da una variazione nella disposizione delle particelle in virtù della quale gli elementi nervosi perdono od acquistano la facoltà di trasmettere e soggettivare le forme vive esterne. Il sonno è necessario alla vita animale per riparare alle soverchie perdite di forza che hanno luogo nella veglia e per stabilire dei particolari e delicati equilibrii mobili. Il bisogno di dormire cessa come siansi più o meno riparate le perdite di forze e ristabiliti gli equilibrii.

Il cervello, in quanto riceve le forme vive ed opera su di esse, funziona da organo conoscitivo, da intelletto, in quanto irradia le forme vive verso gli organi e li determina a muoversi in questo o quell'altro modo, funziona da supremo direttore dei movimenti. Le locomozioni sono figlie delle sensazioni. Negli animali, tranne gli uomini, a certe sensazioni e successive cognizioni corrispondono necessariamente certe locomozioni. Al sentire qualche pericolo l'animale fugge e manda anche gridi di spavento. Gli animali domestici quando rivedono dopo un certo tempo il loro padrone, producono dei movimenti che annunciano il piacere che provano nel rivederlo. Il sentimento interno della fame e la sensazione esterna dei cibi spingono l'animale a muoversi verso i medesimi per appropriarsene.... Le azioni degli animali non sono dunque libere; e quelle poche che sembrano tali, sono determinate dai sentimenti e non dal lume della ragione, come avviene negli uomini. Le azioni, le locomozioni degli uomini, a differenza di quelle degli animali, non sono schiave delle sensazioni, ma perfettamente libere. In ciò consiste la *volontà*,

il libero arbitrio. Essi conoscono ciò che è bene e ciò che è male, ciò che è equo e giusto e ciò che è iniquo ed ingiusto, o con altre parole ciò che tende all'ordine, all'equilibrio ed all'armonia, e ciò che ha un'opposta tendenza e sono pienamente liberi di operare nell'una o nell'altra direzione, cioè di seguire la via del bene o quella del male. I sentimenti, in quanto eccitano gli animali ad appetire od avversare, o con altre parole ad attirare o respingere una data cosa, diconsi desiderii od avversioni. L'intelletto può fermare o no la sua attenzione sui desideri e la volontà è pienamente libera di seguire l'impulso dei desideri della sua vita organica, o quelli della retta ragione del suo intelletto. Lo stesso dicasi delle avversioni. I moti di locomozione direttamente eccitati dalla volontà, ossia dall'io intelligente, giusta le sperienze di Flourens, vengono coordinati dal cervelletto. Questo celebre fisiologo riconobbe che gli animali, a cui si è tolto il cervelletto, conservano insieme all'intelligenza la facoltà di muoversi, ma non possono più coordinare i vari movimenti, non possono più camminare, nè correre, nè stare in piedi, e che gli animali in cui si è tolto il cervello, conservano insieme alla sensibilità generale tutta la regolarizzazione dei suoi movimenti, ma hanno perduto l'intelligenza e la volontà ed i sensi speciali; dessi non vedono più, non odono più, non sanno più nè difendersi, nè fuggire, nè mangiare. Se si toglie ad un animale un solo emisfero cerebrale, l'animale perde la vista dell'occhio del lato opposto, ma l'intelligenza e le altre facoltà intellettuali sussistono; l'occhio divenuto cieco ha ancora la retina sensibile, l'iride mobile, e se non vede, egli è perchè la sensazione del lobo non è più percepita dal cervello... Il cervello è dunque l'organo dell'intelligenza e della volontà; esso è il centro maggiore dell'animale: verso lui cospirano tutti gli altri centri: esso si trova in istretta relazione con tutte le parti, perchè a lui arrivano le correnti sensitive che vengono dai diversi organi, e da lui partono le eccitazioni motrici che vanno ai diversi organi. Di qui il perchè le alterazioni del cervello e del cervelletto oltre di essere seguite da un'alterazione delle fun-

zioni della vita organica, sono ancora accompagnate da una alterazione dei movimenti intellettuali e di locomozione. Gli animali sono in istato d'equilibrio, di salute più o meno perfetta se le trasformazioni che compiono sono normali ed in armonia più o meno perfetta tra loro, in caso contrario sono in istato di squilibrio, di malattia.

L'insieme delle ragioni che spingono l'ente di un dato luogo ad agire in questo od in quell'altro modo chiamasi *istinto;* come vi hanno moltissimi generi di ragioni, così vi hanno pure moltissimi generi d'istinti. Negli esseri organizzati, oltre le ragioni comuni con gli altri esseri, vi sono delle ragioni, degli istinti particolari che occupano un posto intermedio tra le ragioni molecolari e la ragione geologica. Gli istinti animali, come pure quelli vegetabili, nascono a misura che formansi i centri, gli organi ossia le quantità da cui emanano. Il primo istinto a nascere è l'istinto formativo, quest'istinto viene creato nel momento in cui le forme vive, le forze di più molecole si individuano insieme per formare il centro dell'embrione. Questo primo istinto, sotto l'influenza di opportune condizioni estrinseche, determina l'ente ad edificare organismi diversi a seconda della sua natura; esso contiene la ragione dell'evoluzione dell'animale completo, ossia la ragione della successiva formazione di tutti gli organi, e del progressivo sviluppo di tutti gli istinti proprii dell'animale a termine. L'istinto formativo che si potrebbe anche chiamare istinto creativo è inseparabile dall'istinto nutritivo che determina l'edificio in via di costruzione ad assorbire i necessarii elementi e ad elaborarli onde renderli idonei di edificare il nuovo essere. I due mentovati istinti, sono la prima premessa da cui pigliano successivamente origine tutti i termini che costituiscono la vita dell'essere organizzato; ciascun termine opera ad un tempo come conseguenza del termine precedente, e come premessa del termine susseguente. Per conoscere la logica di un essere bisogna dunque esaminare attentamente tutti gli stati per cui esso successivamente passa. L'osservazione c'insegna che gli istinti nascono a misura che vengono edificati gli

organi in cui risiedono. Giusta le osservazioni di Harvey, di Haller, di Gippson e di altri non meno distinti fisiologi, gli istinti di mangiare e di eseguire altri moti si sviluppano negli animali prima della loro nascita, formati che sieno i rispettivi organi. I cagnolini aprono e chiudono la bocca e cacciano fuori la lingua prima che siano rotte le membrane in cui sono involti. I vitelli si leccano la pelle ed inghiottono molti dei loro stessi peli prima di nascere. Il pulcino si muove dolcemente nel fluido in cui nuota od apre e chiude il becco. Gli animali in generale eseguiscono prima di nascere dei movimenti particolari determinati dai particolari istinti che emanano dalla loro speciale costituzione.

Gli animali, nati che siano, sviluppano e perfezionano i loro organi ed i loro istinti e ne acquistano dei nuovi; acquistano cioè l'istinto di relazione e gli istinti di conoscere e di riprodursi a misura che si formano e si sviluppano i corrispondenti organi. Un bambino appena nato non percepisce che in un modo estremamente confuso il me ed il di fuori non distingue una cosa da un'altra, perchè ha gli organi sensiferi e l'intelletto assai poco sviluppati ed assai imperfetti, e perchè non ha ancora imparato a discernere le diverse sensazioni di cui è affetto, le une dalle altre. A misura che il suo sistema nervoso, i suoi sensi crescono e si perfezionano e che coll'attenzione separa le sensazioni le une dalle altre, si istruisce ed apprende a conoscere se stesso e le cose che lo circondano. Nel sistema cerebrale dei bambini appena nati scorgesi a stento, senza precedente macerazione nello spirito di vino, alcuna traccia di fibra. Dopo alcuni mesi, le parti del cervello situate verso la regione anteriore superiore, crescono più rapidamente che le altre, ed i fanciulli acquistano allora le prime idee di estensione, di limiti, di durezza, di peso... Il giudizio diviene più solido, e l'intelligenza più potente a misura che il cervello cresce e si perfeziona, il quale non giunge al massimo aumento che dai 20 ai 40 anni secondo la costituzione degli individui. Il cervelletto si trova perfettamente formato dai 18 ai 25 anni. Quando il cervello è troppo piccolo o malamente costrutto

gli uomini sono idioti. Il senso del tatto, estremamente ottuso nella prima infanzia, non oltrepassa le sensazioni del freddo e del calore, dell'asprezza e della mollezza. Col crescere e svilupparsi dei suoi organi, tutti i sensi e principalmente il tatto acquistano maggior finezza e perfezione.

Siccome ogni stromento musicale rende suoni diversi a seconda della sua forma ed interna struttura; ogni musica produce un'armonia diversa a seconda della specie e del numero degli stromenti e delle note musicali rese da ciascun stromento, così ogni sistema cosmico, ogni animale ha qualità, istinti e costumi diversi a seconda della sua forma ed intima struttura, o con altre parole gli attributi di ogni totale, d'ogni risultante sono una funzione della specie, del numero e della disposizione delle parti che insieme accordate ed unificate lo costituiscono. Gli animali, non conoscendo oppure conoscendo imperfettamente i proprii istinti, agiscono invariabilmente nella direzione e nel modo da essi indicato. È un istinto, una naturale attitudine propria dei ragni di tessere le loro ben ordinate tele; è un istinto proprio degli uccelli di costrurre dei nidi particolari per deporvi le ova; è un istinto proprio delle api e di altri analoghi insetti di edificare i loro ben architettati favi... Il canto degli uccelli, l'abbaiare dei cani, il ruggire dei leoni, il grugnire dei maiali, il gracidare delle rane... sono istinti proprii di questi animali. La diversità dei canti dei differenti uccelli dipende da una diversità della loro struttura, dei loro istinti. Gli animali fanno presentemente ciò che facevano nei tempi passati, 1000, 2000, 4000... anni fa, lo che prova che i loro istinti non hanno cangiato, e non sono diretti dal lume della ragione. La configurazione e la struttura dei nidi degli uccelli sono una parte interessante della loro storia, scrive lo Spallanzani, ciascuna specie costruisce il suo sopra un modello che le è proprio, che non cangia mai, e si perpetua di secolo in secolo. Pouchet fa però notare che alcuni uccelli, come le rondini, le cicogne, hanno modificato e perfezionato alquanto i loro nidi, e stabilisce che « il genere di vita di certi animali, lungi d'essere costante, si è al con-

trario trasformato con le diverse fasi della terra, e che i costumi di molti tra loro non sono più oggigiorno come erano alcuni secoli fa ». Posto anche che alcuni animali abbiano nel tempo modificato i loro istinti, queste modificazioni non si debbono considerare come dirette dal lume della ragione, ma bensì determinate da una variazione delle condizioni estrinseche, essendochè l'armonia di una musica varia non solo al variare della specie, del numero degli stromenti... ma ancora al variare del mezzo in cui gli stromenti suonano. La variazione delle condizioni estrinseche possono quindi far variare i costumi degli animali, ossia gli istinti che sono il risultato delle radiazioni estrinseche sopra i loro individui. Nel Senegal, lo struzzo sta sulle ova soltanto di notte, perchè il sole durante il giorno fornisce il calore necessario all'incubazione; al Capo di Buona Speranza, paese men caldo, lo struzzo non abbandona le sue ova nè giorno, nè notte. Le sensazioni particolari a cui sono sottoposti gli animali domestici modificano i loro naturali istinti e ne fanno anche nascere dei nuovi.

Gli uomini sono pienamente liberi di modificare e variare i loro naturali istinti in quantochè li conoscono in se stessi, e nelle relazioni che offrono tra loro, e con le cose estrinseche, e se li modificano e variano nel senso dell'ordine dell'equilibrio e dell'armonia, camminano nella via del progresso e della perfezione, in caso contrario si muoveno nella via del regresso e dell'imperfezione. La libertà d'azione degli uomini è causa per cui dessi fanno presentemente cose diverse da quelle che facevano nei tempi passati, è causa per cui gli uomini che abitano in un luogo hanno costumi più o meno diversi da quelli che abitano in altri luoghi; la libertà d'azione degli uomini diretta dal lume della ragione e della religione li ha condotti a creare la lingua parlata e la lingua scritta, la musica, le arti, le industrie, a perfezionare in una parola essi stessi e le cose esterne, cioè a variare i suoi costumi e le forme ed attività delle cose esterne nel senso dell'ordine, dell'equilibrio e dell'armonia. Ogni perfezionamento, ogni progresso consiste nel seguire l'ente nelle

ordinate ed armoniche operazioni e nell'indurlo ad essere e muoversi in modi favorevoli ed utili al benessere universale. Per perfezionare la lingua parlata bisogna procurare che le sue vibrazioni siano simili a quelle delle cose che significa ed esprime; essendochè i nomi sostantivi esprimono l'ente, i verbi l'attività ed il moto dell'ente, gli aggettivi il modo di muoversi e l'ordinamento dell'ente; per perfezionare la logica bisogna coordinare ed armonizzare le parole come è ordinato ed armonizzato l'ente, essendochè, ciò che ha generato, genera, e genererà l'ente, costituisce sia nell'ordine successivo che nell'ordine simultaneo un immenso sorite che principia, si sviluppa e termina nello spazio eterno.

Gli istinti sono tendenze dinamiche contenute nella somma armonica, nella risultante superiore dei diversi organi, i quali come parti eseguiscono delle funzioni, dei moti particolari, come concorrenti colle altre parti a produrre la somma armonica sono causa di particolari attitudini, di speciali istinti. Gli uomini differiscono più o meno in quanto alla forma ed intima struttura; non vi hanno due uomini matematicamente identici, che in tutto si rassomiglino. In alcuni un organo, in altri un altro organo trovasi predominante o più o meno differente. Le differenze di costituzione degli uomini dipendono dalla diversità delle condizioni in cui furono edificati, e siccome le condizioni cosmiche a parità di luogo variano nei diversi tempi, ed a parità di tempo nei diversi luoghi, e siccome ogni essere, ogni uomo è stato edificato in un luogo od in tempo diverso, così la costituzione ossia la forma ed intima struttura di un essere, di un uomo, non può essere affatto identica a quella di un altro essere, di un altro uomo. Le tendenze ed il modo di muoversi delle cose sono una funzione della loro costituzione, del loro modo d'essere. Ciò posto siccome il modo d'essere di un uomo è diverso da quello di un altro uomo così le sue naturali attitudini debbono essere come realmente sono più o meno diverse. Nell'operare conformemente alla sua naturale costituzione, al suo modo d'essere risiede il carattere di ciascun uomo. L'umana costituzione, l'umana natura, e quindi le

umane attitudini, il carattere umano, variano nei differenti popoli e nei molteplici individui dello stesso popolo. I tedeschi hanno una marcata attitudine ai lavori di meditazione; i francesi ai lavori di sperienza, di riflessione; gli inglesi ai lavori di meccanica artificiale, gli italiani ai lavori di sintesi, di armonia.... Fra gli individui dello stesso popolo chi ha più attitudine ad una cosa, ad un lavoro, chi ad un'altra cosa, ad un altro lavoro, e nei rapporti ordinati ed armonici degli svariatissimi lavori risiede l'utile, il buono, il bello ed il sublime. Ogni uomo debbe cercare di occupare nella società quel posto, e di eseguire quei lavori a cui è dalla sua natura chiamato. In ciò consiste l'umana vocazione. Nella ricerca della verità, ciascuno debbe lavorare nella direzione indicata dai suoi talenti, dalle sue naturali attitudini. Chi ha potente l'intuizione non è fatto pei lavori analitici, e chi ha potente la riflessione non è fatto per trovare le verità sintetiche. Gli analisti non debbono sottoporre alla dimostrazione le verità evidenti per se stesse, che l'intuito vede in un modo chiaro e distinto, ed i sintetici non debbono pretendere di vedere le verità che vanno trovate e dimostrate con l'analisi. In questo secolo, troppo empirico, gli analisti debbono persuadersi che l'intuizione ha scoperto più verità della riflessione, e se le verità particolari, le verità inferiori, gli effetti vanno riconosciuti coll'analisi, le verità generali, le verità superiori, le cause prime non si trovano altrimenti che coll'intuizione. Egli è colla potenza dell'intuizione aiutata più o meno dall'osservazione che da Talete sino a Cartesio, sino a noi si è trovata l'unità della sostanza che produce tutti i corpi dell'universo, e le leggi supreme a cui obbedisce nel generarli, e che si sono scoperte le più grandi verità geometriche e meccaniche. Che, per es., la somma dei due angoli adiacenti che fanno due rette incontrandosi eguagli due angoli retti, che la somma dei tre angoli di un triangolo sia eguale a due angoli retti, sono verità d'intuizione intimamente connesse, essendochè se si fa girare intorno ad un suo vertice una delle due rette, l'angolo opposto alla direzione del moto diminuisce di una quantità

eguale al grado d'apertura dell'angolo che genera con la stessa retta prima di muoversi. Ciò l'intuito vede distintamente, e se vera è la prima proposizione è anche vera la seconda....

Ciascun uomo, a seconda dei suoi talenti, si faccia dunque a scrutare questa o quell'altra parte dell'immenso trattato dell'Universo. Chi ha genio geometrico esamini la curva sinuosa che ciascun atomo descrive in funzione di un numero grandissimo di ordinate, di più in più lunghe, ossia della retta che separa l'atomo dal centro della molecola chimica, della retta che separa il centro di questa dal centro della molecola fisica, della retta che separa il centro di questa molecola dal centro del sistema immediatamente superiore, e così di seguito fino alla retta infinitamente lunga... essendochè il grado di velocità dell'atomo cresce se la somma delle rette diminuisce e reciprocamente. Chi ha genio meccanico esamini i diversi gradi di elasticità dei differenti centri, ed il grado d'intensità degli impulsi dinamici cagionati da codeste differenze; esamini le leggi del principio attivo (attrazione, repulsione) che condensa l'ente in gradi progressivamente decrescenti, a partire dagli atomi in cui il grado di condensazione e quindi di elasticità è massimo, salendo su su per gli altri centri, per gli altri sistemi di più in più grandi sino a quello immensamente grande in cui il grado di condensazione è minimo, e da questo sino allo spazio puro in cui non vi è più dell'ente condizionale; esamini come in virtù di questa progressione decrescente del grado di condensazione dell'ente, i centri, i sistemi minori si muovono in quelli maggiori, e come l'ente si condensa in gradi e modi tali da produrre degli impulsi e quindi dei moti ordinati ed armonici. Chi ha genio chimico studii gli esseri molecolari; chi ha genio botanico studii gli esseri vegetabili.... tutti poi cerchino di conoscere il modo con cui l'ente riduce il molteplice all'uno perchè senza unità suprema non vi è vera scienza, non vi è religione. Tutti gli uomini debbono quindi studiare la religiosità e la moralità dell'ente....

Dalle cose fin qui esposte, risulta che la vita animale è,

come la vita degli altri esseri cosmici, un effetto dell'attività e quindi del moto dell'ente, e delle ragioni che lo determinano ad operare anzi in uno che in un altro modo, e che le specie ed il numero di attività, di moti e quindi di ragioni, che in una parola il grado di complessità della loro costituzione è assai più grande che negli altri esseri, e segue una progressione crescente a partire dagli animali inferiori andando verso quelli superiori. I fenomeni, gli effetti degli animali dipendono, come quelli degli altri esseri, dalle attività, dai moti reali o virtuali da cui sono animati; le attitudini, le tendenze degli animali riconoscono la loro causa dalle ragioni da cui sono diretti. Che i sentimenti, gli istinti, i desiderii, i pensieri.... siano effetti dinamici è un fatto razionale che l'io umano intuisce, e l'osservazione conferma. Non si possono difatti altrimenti spiegare i mentovati effetti che con ammettere, sieno cagionati da azioni e da ragioni dinamiche. L'osservazione dimostra che il cervello degli animali viventi è animato di speciali moti. Il nostro linguaggio ordinario esprime l'idea che i fenomeni morali ed intellettuali sono dei movimenti, quando diciamo un movimento di pietà, di simpatia, d'ammirazione, di sdegno.... un buono, un cattivo movimento, un'idea ci attraversò lo spirito....

CAPITOLO III.

Dello stato sociale degli animali in generale ed in particolare dell'umana società.

La tendenza che ha l'ente di individuare gli esseri minori in esseri maggiori è causa dell'istinto sociale degli animali, il quale però nella più parte di essi si limita allo stato di famiglia ed è determinato dall'istinto di riproduzione e di allevamento della giovane prole, e cessa come questa sia capace di vivere senza l'aiuto dei genitori. Le altre società formate dagli animali sono ora permanenti ora temporarie. I castori, le vespe, le api, le formiche, si associano in un modo permanente per vivere insieme e per edificare in comune le loro abitazioni. Formano anche società permanenti i conigli che scavansi le tane aperte l'una nell'altra; i cani delle praterie d'America settentrionale, le di cui abitazioni sono riunite in gruppi che talvolta occupano parecchi chilometri; la specie di passeri, detti repubblicani, che vivono in numerose compagnie presso il Capo di Buona Speranza, e si edificano i nidi sotto una sorta di tettoia comune a tutti. Formano società passeggere per condurre a termine qualche atto di rapina o di vendetta, alcuni animali da preda, come i lupi, le iene. Molti animali viaggiatori si radunano essi pure per far cammino assieme. I piccioni che abitano l'America percorrono talvolta quel vasto continente radunati in falangi così dense che sarebbe impossibile immaginarne il numero, volando in colonne serrate larghe oltre un chilometro e più lunghe di 10 o 12 chilometri. Gli insetti ed i pesci ci forniscono esempi non meno notevoli di queste grandi riunioni d'individui. Straordinari sono i guasti che arrecano le locuste, insetti analoghi alle cavallette, che invadono a legioni innumerevoli certe contrade d'Africa e d'Asia, devastando sul loro cammino ogni vegetazione. Le arringhe

si mostrano nei mari del settentrione in caterve così numerose che forniscono una delle pesche le più proficue, e viaggiando serrate le une contro le altre, formano dei banchi larghi per lo più parecchi centinaia di piedi e distesi sulla superficie del mare per la lunghezza di parecchie leghe.

Le associazioni animali sono composte, come gli altri sistemi cosmici, di un centro, di un capo che presiede all'intiera società, e di più animali che cospirano, che gravitano verso il capo, ciascuno dei quali eseguisce dei lavori diversi a seconda della sua intima costituzione. Così, per esempio, nelle api vi è la regina che presiede a tutto lo sciame e genera le ova, vi sono le api edificatrici che fabbricano i favi in cui la regina depone le ova, le api raccoglitrici dei materiali di costruzione e di nutrizione, le api che sovrintendono alla pulitezza dell'alveare e delle celle, a trasportare fuori i cadaveri delle loro compagne... Quando per la nascita di una nuova regina, una delle due regine abbandona l'alveare, è tosto seguita da un numeroso stuolo di api operaie, le quali formano unite colla regina un nuovo sciame, una nuova colonia. Le associazioni animali, essendo l'effetto del cieco istinto, non progredirono; tali sono presentemente quali erano nei tempi passati. Le società umane, per lo contrario essendo l'effetto dell'istinto diretto dall'intuito e dalla retta ragione, progredirono e si perfezionarono; esse non sono più presentemente ciò che erano nelle epoche passate; inoltre, a parità di tempo, variarono e variano più o meno da uno in altro luogo, perchè la natura delle umane società è una funzione del carattere umano; il carattere umano è una funzione della costituzione degli uomini, e l'umana costituzione è funzione delle condizioni in cui vengono edificati e vivono gli umani organismi.

La storia c'insegna che le umane società nacquero e si svilupparono, come gli altri sistemi cosmici; innanzi tutto nacque la prima unità sociale, cioè la famiglia, e progressivamente si svilupparono le altre unità sociali di più in più grandi; se non che, non avendo ancora gli uomini ben appreso il trattato della natura, seguirono nel costituirsi in società le loro

volontà e ragioni particolari anzichè la volontà e ragione universale dell'ente che informa l'Universo, e le società che formavano con leggi fondate ora sopra principii puramente sovrannaturali, ora sopra principii materiali (feudalismo), ora sopra la cieca forza... invece di essere ordinate, equilibrate ed armoniche, presentavano, come presentano ancora le attuali, degli squilibri e delle dissonanze più o meno grandi. L'ente universale, nel generare l'uomo, avendo generato una nuova natura, cioè la libera natura umana, e quindi un nuovo mondo, il mondo morale, la natura umana essendo stata generata dalla natura fisica, il mondo morale essendo contenuto e vivendo nel mondo fisico, ne viene che il modo di svilupparsi e di essere della natura umana debbe essere simile a quello della natura fisica, il mondo morale debbe obbedire alle stessi leggi del mondo fisico, perchè l'ente che informa il primo è lo stesso di quello che informa il secondo.

La natura fisica è arte simmetrica, d'ordine, d'equilibrio e di armonia; essa si è sviluppata e perfezionata con moltiplicare le cose, i lavori e le relazioni, con dividere i lavori e con equilibrare, accordare ed armonizzare le diverse cose ed i differenti lavori, ossia i differenti movimenti perchè il lavoro è moto. La natura umana debbe anche essere un'arte ordinata, equilibrata ed armonica; gli uomini, per camminare nella via del vero progresso, debbono prendere per norma i tre indicati grandi principii, principio della moltiplicazione delle cose, dei lavori e delle relazioni; principio della divisione del lavoro e principio dell'equilibrio e dell'armonizzamento delle diverse cose, dei diversi lavori, i quali tre principii si possono ridurre al principio supremo della moltiplicazione del vario ordinato ed armonizzato nell'uno. Gli uomini debbono quindi tendere a moltiplicare ciò che è buono, bello ed utile; ciascun uomo debbe eseguire pochi lavori di produzione, e mettere i prodotti dei suoi lavori in armonica relazione con quelli degli altri uomini e con i giusti bisogni dell'intiera società. E ciò in quanto agli atti, ai moti consistenti in lavori produttivi; in quanto poi a tutti gli altri atti, gli uomini debbono tendere a formare

l'uno, e per raggiungere un tale scopo debbono individuarsi con ordine gerarchico in unità equilibrate ed armoniche.

Il prodotto delle radiazioni eteree e delle attività degli esseri o, con altre parole, il prodotto dell'azione e della reazione dei differenti esseri in quanto è ordinato, equilibrato ed armonico, costituisce la ragione. La ragione è dunque figlia e madre delle radiazioni e delle attività degli esseri; è figlia degli esseri e delle loro radiazioni in quanto emana da loro; è madre degli esseri e delle radiazioni in quanto determina le attività degli esseri, e quindi le loro radiazioni a divenire, a manifestarsi in modi conformi alla legge dell'equilibrio ordinato ed armonico. Le attività degli esseri e le loro radiazioni, a parità di tempo, hanno variato e variano nei diversi luoghi, ed a parità di luogo nei diversi tempi; la ragione varia al variare delle quantità di cui è prodotto, essa ha quindi anche variato nei diversi tempi e nei diversi luoghi dell'infinito spazio. In quanto alle cose simultanee, tutte le ragioni sono legate alla ragione universale, tutte le attività sono contenute nell'attività universale dell'ente; in quanto alle cose successive tutte le ragioni derivano dalla prima ragione, tutte le attività dal primo impulso creatore dell'ente condizionale. La ragione determina le cose a nascere e le mantiene esistenti quando sono nate; essa è inseparabile dalle cose, dalle quantità da cui emana, le cose non nascono e non durano se tra esse non regna la ragione; la ragione, come saggiamente scrisse Hegel, governa il mondo e forma insieme la storia del mondo.

Ma se nel mondo fisico le forze operano come comandano le ragioni, le attività si manifestano come vogliono le ragioni, la somma di tutte le attività, ossia la volontà universale, è secondo la ragione universale; nel mondo morale, le forze essendo pienamente libere possono o no operare secondo i dettami della retta ragione. Ciò posto, egli è la volontà umana che governa il mondo morale e ne forma la sua storia, e la ragione regge il mondo morale solo quando la volontà ubbidisce ai suoi ordini, o con altre parole solo quando la volontà nell'operare segue la via dell'ordine, dell'equili-

brio e dell'armonia. Intanto la ragione esercita una grande influenza sulle direzioni in cui opera la volontà, e siccome la prima variò e varia nei diversi tempi e luoghi, di qui il perchè le azioni degli uomini e quindi le loro storie furono e sono diverse a seconda dei tempi in cui vissero o vivono, e dei luoghi della terra in cui abitarono od abitano. Come gli uomini crebbero di numero dove un sentimento dove un altro li ha spinti ad associarsi per formare l'uno, ed a lavorare per soddisfare ai loro naturali bisogni e per rendere più comoda, più agiata e più bella la loro vita. Ma senza parlare delle svariatissime cagioni che determinarono gli uomini a costituirsi in società e dei molteplici modi in cui si sono insieme individuati in unità di più in più grandi, esaminiamo rapidamente come dovrebbero essere costituiti in società, ed i rapporti che dovrebbero sviluppare per osservare la legge degli atomi, della natura, e progredire nella via della perfezione, imperocchè il suolo delle realtà somministra un fondamento più sicuro che quello su cui sono cresciute certe tradizioni ed invenzioni che non debbono più formare la storia dei popoli giunti a costituirsi in stabili individualità. Conoscere la natura, ed operare conformemente alle sue armoniche leggi, debbe essere lo scopo d'ogni uomo, la vera moralità, la vera politica, essendochè il mondo morale ed il mondo fisico debbono tendere verso lo stesso fine supremo. E per raggiungere un sì alto scopo, gli uomini debbono cercare di conoscere l'universo, di pensare come pensa l'universo, e di volere ed operare ciò che vuole ed opera l'universo, in ciò consiste la vera libertà di coscienza, la vera libertà di pensare e la vera libertà di volere, imperocchè questi tre principii debbono essere veri non essendo permesso di impugnare la verità conosciuta, di negare l'ente, e di opporsi ai suoi voleri, ossia al conseguimento del fine verso cui tende. «Il principio della libera volontà esige che la volontà sia vera (Hegel)».

Affinchè il mondo morale sia simile al mondo fisico e retto dalla ragione è necessario: 1° Che gli uomini tendano a conservare se stessi e gli esseri minori da cui sono formati,

cioè che abitino luoghi e case salubri, sieno netti di corpo e nelle vestimenta, sobrii nel mangiare ed in ogni altra cosa, che non inducano veruna alterazione nei loro organi e nei moti da cui sono naturalmente animati. 2° Che gli uomini, seguendo il principio d'individuazione e la ragione, si costituiscano e si mantengano costituiti in unità maggiori ordinate ed armoniche. Nelle individuazioni naturali, l'essere dotato di maggiore virtù si costituisce centro ossia capo dell'individuo intorno cui gravitano e rotano gli altri. La virtù è la capacità più o meno grande che hanno gli esseri di equilibrare ed accordare le loro attività con quelle degli altri esseri. Principio e scopo della virtù, è di far prevalere la ragione: la virtù nel mondo morale se riguarda le cose è prudenza, se regola ed equilibra gli atti è giustizia, se raffrena le passioni è temperanza, se trionfa del timore è coraggio. . .

In generale gli esseri dotati di maggiore virtù sono anche dotati di maggior forza materiale. Gli uomini, essendo in generale più forti delle donne, hanno dovuto, nella formazione delle società civili, occupare i diversi ordini di centri in esse contenuti, e fra gli uomini, i centri superiori a quelli di famiglia, debbono essere tenuti dai più virtuosi. Uno Stato, un Regno, una Nazione... è un grande individuo religioso, morale e civile, nel quale, oltre le volontà particolari di ciascun uomo, si debbono distinguere tante volontà quanti sono i centri di attività che contiene, cioè le volontà delle famiglie, le volontà dei comuni, le volontà delle provincie e la volontà suprema dello Stato. Ogni volontà superiore è nata dall'armonico accordo delle volontà minori di cui si compone ossia dalla ragione, e si mantiene e dura in quanto opera secondo la ragione. La volontà di famiglia è il risultato della ragione di famiglia ossia del rapporto equilibrato ed armonico delle volontà dei membri che la compongono: essa è unificata nel padre il quale è l'io, il soggetto, il capo, l'autorità della famiglia. La volontà comunale è il risultato della ragione comunale ossia del rapporto equilibrato ed armonico delle volontà delle famiglie che compongono il

comune: essa è unificata nel Sindaco, il quale è l'io, il capo, l'autorità del comune. E così dicasi delle altre volontà superiori sino alla volontà suprema dello Stato che è il risultato della ragione di Stato ossia del rapporto equilibrato ed armonico delle volontà delle provincie che formano lo Stato: essa è unificata nel Sovrano, il quale è l'io, il capo superiore, l'autorità suprema dello Stato. Ogni volontà intermedia regge le volontà minori ed è retta dalle volontà maggiori, e tutte le volontà sono rette dalla volontà suprema. Affinchè le volontà, le autorità sieno ragionevoli è necessario che cerchino di sviluppare e mantenere dei rapporti armonici tra le volontà a cui presiedono e ne studiino le loro ragioni particolari. Le autorità sono legittime solo quando sono assennate e dirette dalla ragione. Come gli elementi fisici, ossia gli atomi che formano il mondo fisico, descrivono un'immensa curva equilibrata ed armonica intorno al massimo centro in cui vi sono tante sinuosità quanti sono gli ordini d'individui di cui fanno parte, così gli elementi morali, gli uomini, debbono descrivere una grande curva equilibrata ed armonica intorno il massimo centro dello Stato in cui vi sieno tante sinuosità quanti sono gli individui minori ossia gli organi che costituiscono. Le attività atomiche, nel descrivere la grande curva, obbediscono ciecamente alla legge dell'ente universale, della ragione. Le attività umane, nel descrivere le loro rispettive curve, debbono obbedire scientemente alla stessa legge, la quale in quanto individua e mantiene gli uomini individuati nello Stato, costituisce la religiosità, la moralità ossia la legge civile dello Stato.

Ogni individuo consiste nel vario ordinato ed armonizzato in modo da formare l'uno. Le varie parti che formano un individuo fisico occupano luoghi diversi e si muovono in modi più o meno differenti a seconda delle loro naturali attitudini. In uno Stato gli uomini debbono anche occupare dei posti differenti e compiere dei lavori diversi secondo le loro naturali inclinazioni: a ciascuno il posto che gli fu dalla natura assegnato: alcuni debbono funzionare come autorità, come volontà superiori, la massima parte come semplici vo-

lontà: alcuni debbono applicarsi alle arti, altri alle industrie, altri alle scienze, altri debbono compiere altre operazioni. Gli uomini, il cui intuito vede in un modo più chiaro l'essenza, l'ordine, la religiosità e la moralità dell'ente, debbono costituire la ragione dello Stato, cioè illuminare la volontà del Sovrano e fare le leggi, imperocchè, come ben disse Platone, la politica è l'arte che intende col mezzo della sapienza ad equilibrare tra loro le forze ed i caratteri discordanti degli individui nelle masse sociali. Il consiglio di Stato debbe dunque essere composto, ed il potere legislativo esercitato, dagli uomini i più sapienti. La volontà sovrana debbe decretare l'esecuzione e tutte le altre autorità far conoscere ed eseguire le leggi del potere legislativo, onde ciascun elemento morale si muova scientemente nell'orbita da esse segnata, come, nel mondo fisico, ogni essere si muove ciecamente in quella decretata dalla ragione universale. Intanto le leggi civili possono essere trasgredite dagli uomini, di qui la necessità del potere giudiziario, il quale debbe essere composto degli uomini che meglio conoscono le leggi, per condannare alle stabilite pene i trasgressori.

La ragione religiosa, col suo processo formativo universale, creò gli uomini conscii di se stessi, quindi le famiglie, i comuni e gli altri centri superiori. La coscienza, in quanto conosce l'universo, è il santuario della moralità e della religione, l'intuito, in quanto vede e pensa l'universo, è il sole della verità e della giustizia, la volontà, in quanto opera secondo gli ordini dell'universo, è il regno dell'ordine e dell'armonia e quindi della vera felicità. L'ente è una forza immensa che si manifesta in un numero infinito d'attività finite legate ed unificate in attività, in esseri di più in più grandi dalla legge dell'ordine, dell'equilibrio e dell'armonia. L'ente, in quanto lega ed unifica le attività che produce, è religioso, in quanto alla via dell'ordine, dell'equilibrio e dell'armonia che segue per raggiungere questo supremo scopo, è morale. Gli uomini, per tendere verso la felicità, debbono operare in modo da costituirsi in stati religiosi e morali. La religione, la riduzione del molteplice all'uno, è un principio che tende

per mezzo della moralità a conseguire l'unità suprema. La moralità consiste in un rapporto equilibrato ed armonico tra le attività. La moralità è un'attività ragionevole che tende a formare l'uno accordandosi con le altre attività: la moralità è quindi un fattore della ragione. Le leggi che unificano gli uomini in società civili debbono dunque essere ragionevoli, ossia debbono essere tali da stabilire dei rapporti equilibrati ed armonici tra i diversi ordini di attività, di volontà. L'attività, facendo astrazione dalla grandezza, è inseparabile dal grado d'intensità con cui agisce, e dalla direzione in cui opera. La volontà è un'attività superiore che liberamente determina il grado d'intensità; e le direzioni in cui debbono operare le attività da essa dipendenti. La volontà conosce le intensità e le direzioni equilibrate armoniche e quelle squilibrate e disarmoniche, o, con altre parole, sa ciò che è bene ossia religioso e morale, e ciò che è male, ed è libera nelle sue determinazioni di seguire anzi l'una che l'altra via, se segue la via del bene fa opera meritoria, se quella del male si rende colpevole delle violazioni della moralità e della religione. Uno Stato civile debbe essere costituito secondo la religione, e governato secondo la ragione, esso debbe volere ciò che vuole l'ente ossia la verità e la giustizia. Gli uomini che lo costituiscono e soprattutto i legislatori debbono conoscere bene la religiosità e la moralità dell'ente onde rendersi capaci di fare leggi civili che esprimano le leggi dell'ente. In uno Stato vi debbono dunque essere scuole che insegnino a conoscere l'ente in tutte le sue attività, e soprattutto il modo con cui queste vengono legate insieme ed unificate. Le leggi scritte di uno Stato debbono esprimere la ragione di Stato, la quale è la somma di tutte le ragioni di cui lo Stato si compone cioè delle ragioni di famiglia, delle ragioni dei comuni, delle ragioni delle provincie. . . . Esse debbono indicare le intensità e le direzioni dei diversi ordini di attività libere ossia di volontà, onde i loro atti siano secondo la religione e la ragione, o con altre parole siano ordinate ed in armonia tra di loro. Quando gli uomini conosceranno bene la religiosità e la ragione dell'ente, e che le leggi di

Stato saranno quelle dell'ente, allora ogni Stato formerà un tutto ordinato ed armonico che sarà d'accordo con gli altri Stati, allora ogni uomo osserverà spontaneamente le leggi dello Stato, sia perchè sarà naturalmente spinto dall'ente ad obbedire alle sue leggi, a volere ciò che esso vuole, sia perchè conoscerà che nel dovere che ha di osservarle, e nel diritto che ha che gli altri le osservino risiede la ragione, la giustizia, ossia l'accordo e l'armonia tra gli uomini e quindi la vera felicità. Secondo Aristotele, la giustizia è il bene altrui, secondo il moderno egoismo, la giustizia è il bene proprio, secondo l'ente, la giustizia è l'equilibrio tra il nostro e l'altrui bene. Cicerone, dopo avere dimostrato che la scienza del diritto, del giusto, non si ricava dagli editti dei pretori, nè dai codici, sibbene dall' intima filosofia, dalla ragione universale, soggiunge: « essere un assurdo il supporre che la giustizia riposi sulle istituzioni e sulle leggi degli uomini; non vi è giustizia che quella che è fondata sulle leggi della natura ».

La quistione dell'istruzione e dell'educazione va risolta in modo che lo Stato insegni soprattutto la religiosità e la moralità dell'ente, e come desso nell'ordine cronologico abbia successivamente generate e perfezionate le diverse cose, e nell'ordine simultaneo generi in ciascun luogo delle cose che sono in equilibrio ed in armonia con quelle che genera negli altri luoghi, e nell'istruire la mente non si dimentichi di educare il cuore ossia di svegliare in esso dei buoni sentimenti. Fra il numero indefinito di attività sia naturali che artificiali dell'ente, lo Stato debbe solo insegnare quelle buone, belle ed utili, e fra i tantissimi metodi che si sono immaginati per studiare e misurare le attività, le manifestazioni dell'ente, debbe limitarsi ad insegnare i più facili ed i più eleganti. E ciò in quanto alle scienze ed alla loro storia. Lo stesso si dovrebbe fare rispetto alle moltissime lingue che gli uomini hanno immaginato per esprimere i loro sentimenti ed i loro pensieri, onde sgravare l'umana intelligenza di tante cognizioni superflue ed inutili e concentrarla sopra quelle necessarie ed utili, onde ridurre ogni cosa all'uno, e

formare l'unità religiosa, l'unità scientifica, l'unità di lingua... Già gli Stati civili lavorano meritamente per formare l'unità di peso, l'unità di misura, ed è sperabile che non tardino più oltre a promuovere le altre unità. E per incamminarsi in questa divina e naturale via, bisognerebbe, in quanto alle lingue, che si adottasse una lingua universale, e che in ciascun Stato si insegnasse questa lingua e quella nazionale; in quanto alle monete bisognerebbe stabilire una grande banca internazionale ed emettere una data somma di biglietti da dividersi in ragione di popolazione tra i diversi Stati civili insieme confederati, e con questi biglietti liberare il genere umano dalle rapaci mani di coloro che hanno per Dio l'interesse. Se gli Stati non si fanno per tempo a promuovere la causa del Dio ordine, equilibrio ed armonia, ed a combattere quella del Dio interesse che conduce allo squilibrio, non tarderanno ad essere vittime di tremende rivoluzioni, giacchè la natura tende all'equilibrio e scompone quindi gli organismi non equilibrati.

Il socialismo, il problema della sovranità popolare, della sovranità dello Stato e della sovranità regia, e le altre questioni sociali vanno risolte nel modo indicato dall'ente. Ogni individuo particolare è non solo figlio della famiglia in cui è nato, la quale ha l'obbligo di allevarlo, di mantenerlo e di istruirlo, ma ancora dello Stato, il quale ha il dovere di provvedere non solo a che esistano rapporti equilibrati ed armonici tra le diverse provincie, i diversi comuni, le diverse famiglie, ma ancora tra i diversi suoi figli. Tra gli uomini eccessivamente ricchi e quelli che non possono lavorando guadagnarsi di che soddisfare ai necessari bisogni, non esistono rapporti armonici. Lo Stato debbe farli nascere con opportune leggi, procurando che i poveri non sieno gravati da imposte, che trovino da lavorare e che le cose necessarie alla loro vita siano a buon mercato. In uno Stato le imposte che colpiscono i poveri, vanno trasformate in altre che gravitino solo sui ricchi, se vuolsi evitare che l'ente stabilisca l'equilibrio per mezzo di sanguinose e terribili rivoluzioni. Tremenda voce, ha saggiamente scritto Socrate, è quella

delle leggi della natura, perchè esistono, e non siamo noi che le abbiamo fatte; non sono opera nostra, ma sono vere realità, inesorabilmente vere, fuori di noi, le quali ci minacciano di tale guisa, che ne saremmo travolti e rovinati se da noi si ardisse di trasgredirle; che ci spaventano di maniera, che le loro intimazioni si dicono con ragione i latrati della coscienza, e potrebbero dirsi con Sakespeare, gli angeli di bronzo. Si risolva dunque presto la questione del socialismo secondo il volere dell' ente, e si provveda seriamente a che non si abbiano a ripetere, in un avvenire non lontano, e sopra più larga superficie, i feroci saturnali della Comune di Parigi. Non si differisca più oltre a togliere l'ingiusta ed immorale imposta sul macinato, ed a surrogarvi un'imposta personale progressiva da cui sieno esenti i poveri, o meglio un'imposta sull'uscita proporzionale a quella sull'entrata, perchè chi più ha, più spende, o dovrebbe più spendere. Con quest'ultima imposta facile ad eseguirsi che ha il grande vantaggio di colpire gli avari, si potrebbe anche togliere la vessatoria ed immorale imposta del dazio consumo.

Uno Stato, una Nazione è un grande individuo simile ad un individuo animale. Le parti che costituiscono uno Stato, come quelle che informano un animale, sono in via di continua rinnovazione, perchè in uno Stato vi hanno continuamente degli individui che sorgono alla vita per surrogare quelli che volgono alla morte. Gli individui animali sono nel periodo della loro vita presieduti dallo stesso io e si progenerano: gli Stati per obbedire ai voleri dell'ente debbono anche essere retti dallo stesso io supremo e progenerarsi. Nella progenerazione degli animali, la monade suprema genera un'altra monade simile dotata della virtù di edificare un nuovo individuo simile a quello da cui essa fu generata. In uno Stato civile, la monade suprema, l'io risiede nel Sovrano; affinchè la progenerazione degli Stati si effettui come quella degli animali, è necessario che la monade suprema passi dal Sovrano in un altro uomo scelto per legge a succedergli, o con altre parole che la monade sovrana sia dinastica. La sovranità di uno Stato, di una Nazione, in quanto è dina-

stica, chiamasi sovranità regia. La sovranità regia deriva come le altre sovranità dall' ente per mezzo della libera volontà degli uomini, i quali debbono conferirla all'uomo il più degno ed il più meritevole, ed una volta conferita non possono più toglierla, finchè regge secondo la religione e la ragione dell'ente. Quando i Re, gli Imperatori, non reggono secondo la volontà e la ragione dell'universo, la loro autorità sovrana cessa d'esistere, ritorna all'origine da cui è venuta, si spande nel popolo diventando autorità e sovranità popolare, e la dinastia e lo Stato muoiono, essendosi l'uno convertito in molteplice. Intanto siccome per formare l'uno, è necessario che tutte le volontà particolari cospirino ossia gravitino verso lo stesso punto, così la volontà del popolo, dopo aver tolta la sovranità dello Stato ad un uomo, è necessario, per obbedire alla religione dell'uno, che la concentri tosto in un altro uomo, onde comporre le sovranità popolari in un' unica risultante e formare la sovranità dello Stato, sovranità che è contenuta nell'uomo che ne rappresenta l'io supremo, imperocchè lo Stato sussiste non solo per volere umano ma per una volontà superiore a quella dell'uomo e immanente nello Stato medesimo, per la volontà dell'ente, dell'universo. L'intelligente popolo francese che, sotto la nuova dinastia dei Napoleoni, nata dai principii dell'89, ci prestò il suo poderoso aiuto per fare l'Italia, (e di ciò i buoni italiani gliene serbano eterna riconoscenza), dovrebbe, per essere consentaneo ai suoi principii, riconfermare una tale dinastia, e così dimostrare che quando distruggeva le antiche dinastie e ne creava una nuova, il suo volere era d'accordo col volere dell'ente universale e col volere di Dio.

Il moto, l'ordine e l'equilibrio sono attributi, qualità, inerenti all'ente, il quale è ad una nell'ordine e nell'equilibrio, e si muove per accrescere il numero di specie di movimenti, e quindi di ordini e di equilibri, o per produrre degli equilibri più stabili. La libertà è un'azione conforme alle leggi dell'ente che informa gli uomini: essa è inalienabile perchè è insita all'umana sostanza; per non alienare la libertà bisogna dunque osservare le leggi dell'ente, bisogna che gli

uomini sieno ordinati in Stati equilibrati ed armonici. In uno Stato le volontà del popolo debbono, come la volontà del Sovrano, avere i loro limiti nella volontà dell'ente: e debbono, come questa, essere dirette dalla religione e dalla ragione. La volontà dei Sovrani è l'autorità ragionevole sopra la volontà del popolo, la volontà dell'ente è l'autorità sopra la volontà dei Sovrani. In caso di contestazione tra le due volontà sovrana e popolare tocca agli uomini più sapienti il decidere la questione secondo la religione e la retta ragione. Gli Stati in cui la sovranità è dinastica diconsi Stati regii, monarchie, regni, imperi... gli altri chiamansi Stati repubblicani o repubbliche, i quali sono Stati transitori che debbono condurre alle monarchie. Allorchè l'uomo che fu nominato Capo supremo di uno Stato è un galantuomo che regge secondo la volontà dell'ente, gli si debbe conferire non solo l'autorità suprema dello Stato, ma ancora la podestà di eleggersi il successore; così operando si osservano le leggi dell'ente e si evitano le lotte, le discordie, i disordini che nascono ad ogni elezione del Capo di uno Stato. Le volontà popolari per essere eque e giuste, dovendo essere simili alla volontà dell'ente, ne viene che l'autorità sovrana deriva dalla volontà dell'ente per mezzo delle volontà del popolo, e che i Re, gli Imperatori esercitano l'autorità suprema degli Stati, delle Nazioni per volontà dell'ente.

Negli Stati in via di formazione, le volontà superiori sono nominate dalle volontà inferiori; in uno stato definitivamente costituito le volontà intermedie, tra la volontà suprema e la volontà popolare, debbono avere una doppia nomina, essendochè ogni centro amministra i centri inferiori ed è amministrato da quelli superiori. Ciò posto il Sindaco va nominato dalle autorità superiori e scelto fra i consiglieri nominati dalla volontà popolare, ed in caso di cattiva amministrazione le autorità superiori debbono avere la podestà di sciogliere l'intiero consiglio, e di formarne tosto uno nuovo nominando esse stesse, tutti od una parte dei nuovi consiglieri. Solo in questo modo conforme alle leggi di natura, si possono distruggere le inique consorterie, le terribili ca-

marille, che nei paesi i cattivi fanno a danno dei buoni; e del benessere generale dello Stato.

I differenti Stati debbono accordarsi tra loro per mezzo di scambievoli ed armonici rapporti onde formare la suprema unità morale che chiamasi umanità. Il supremo centro dell'umanità debbe essere virtuale, ed ogni Stato debbe cospirare direttamente verso il medesimo senza formare dei centri o delle unità intermedie, senza pretendere di essere superiore ad un altro Stato. Come le quistioni che insorgono circa i rapporti interni di uno Stato sono giudicati da appositi tribunali, così, per evitare le guerre, vi dovrebbe essere un supremo tribunale di giustizia internazionale per giudicare le questioni che possono nascere circa i rapporti esterni tra Stato e Stato.

Le linee, che ogni uomo liberamente descrive per formare l'umanità, costituiscono delle piccolissime sinuosità nell'immensa curva che ciecamente descrive intorno al centro dell'unità infinita, essendochè gli uomini girano intorno al centro della terra, al centro del sole ed intorno a tutti gli altri centri reali o semplicemente virtuali di più in più grandi del sistema solare. Ogni essere contiene gli esseri minori ed è contenuto negli esseri maggiori. Il contenuto dipende dal contenente. L'uomo contiene le unità minori che lo informano ed è moralmente contenuto nella famiglia, nel comune, nella provincia, nello Stato, nell'umanità e fisicamente nella terra, nel sistema solare e negli altri sistemi di più in più grandi. L'uomo dipende quindi da tutte le unità maggiori e soprattutto dall'unità suprema. E ciò in quanto alle esistenze che l'ente forma presentemente; riguardo a quelle che ha generato nel passato e genererà nell'avvenire, le esistenze presenti dipendono dalle esistenze passate, e da esse sono dipendenti le esistenze future. Ma l'ente è nello spazio infinito il quale è contenente e non più contenuto, e dura nell'eternità che comprende tutti i tempi, tutte le durate e non è più compresa in un tempo più lungo, e nella quale non vi è nè passato, nè futuro, ma è sempre presente, l'ente dipende dunque dallo spazio in cui è, e dall'eternità in cui

dura. Intanto siccome lo spazio è eterno ed inseparabile dall'eternità, perchè è sempre stato e sempre sarà ed è perchè dura, si può quindi supporre che esso formi con l'eternità l'unità suprema, il primo termine da cui provengono e dipendono tutte le cose. Questa prima unità, questa prima premessa che non ha avanti di sè alcuna cosa, ed in cui si svolgono tutte le cose, che è contenente, senza essere contenuta, questo primo ontologico, chi è? È Dio onnipotente, onnisciente, infinito ed immutabile, che si manifesta per mezzo dell'ente mutabile che costituisce l'universo. Al disopra di tutte le cose create, al disopra dell'universo vi è dunque Dio che regge e governa tutte le attività, tutte le ragioni dell'ente e lo induce a copiare l'idea infinita che ha concepito da tutta l'eternità, ed a gravitare e muoversi intorno il suo io.

Il pensiero puro, come ben disse Zoroastro, è quello che va all'origine delle cose. Per vedere le cose esattamente e considerarne ogni lato bisogna salire nelle alte regioni divine: chi solo dall'ingiù vi guarda le vede confusamente. Così, Dante dal tempo risaliva all'eternità, e dal seno dell'eternità argomentava e divinava le cose del tempo; dal mondo reale passava nell'infinito mondo ideale, e da questo vedeva la realtà delle cose. Nell'eternità dello spazio infinito, il genere umano ci si presenta come un punto impercettibile, che vive per un istante sulla terra, ed il nostro gran sistema solare, ci appare come un granello di sabbia che si muove per breve tempo nell'immenso meccanismo dell'universo.

Iddio, essendo l'ente primo, non fu quindi creato; esso è sempre stato e sempre sarà. L'ente che forma il mondo sensibile, essendo un ente secondo, ha dovuto essere creato dall'ente primo; e siccome si compone di due principii invisibili che, combinati insieme, rendonsi mutuamente visibili, ha dovuto quindi essere creato da Dio per la combinazione dei due principii invisibili, dei due non enti da cui risulta. Iddio è ad una il creatore ed il governatore dell'ente cosmico. Iddio essendo invisibile non si può altrimenti conoscere che studiando le sue opere visibili, essendochè, come l'effetto è

uguale alla causa, così il creato debbe somigliare al Creatore. Ora l'ente condizionale, creato da Dio, crea l'esistente, le cose visibili, condensandosi ed ordinandosi in un numero infinito di forme vive finite, di più in più perfette, che tendono a formare l'uno per mezzo dell'individuazione, ossia con gravitare e muoversi intorno più punti, giusta la legge dell'ordine, equilibrio ed armonia. Il creatore ed il governatore dell'ente visibile è dunque il Dio della perfezione, il Dio dell'ordine, dell'equità, dell'armonia, il Dio della verità e della giustizia.

Se l'ente fu creato ed è governato da Dio, ne consegue che le autorità sociali, e soprattutto la suprema autorità di uno Stato, ricevono il diritto di governare non solo dalla volontà universale dello stesso ente, ma ancora da Dio. In Dio risiede dunque la prima fonte di ogni diritto, d'ogni autorità, ma prima di giungere a questa suprema fonte, bisogna passare per la via di singole le ragioni, di singole le volontà. Al disopra della mia personalità vi è la personalità dello Stato, al disopra della personalità dello Stato vi è la personalità dell'Ente, al disopra della personalità dell'Ente vi è la personalità di Dio che premia le azioni buone e castiga quelle cattive. La natura è il regno di Dio, « nessuna cosa che è contro natura può essere buona ed eccellente (Aristotele) ». Perchè l'arte umana sia simile alla natura, all'arte divina, perchè gli Stati sieno regni di Dio, è necessario che gli uomini tendano a moltiplicare e perfezionare il vario e soprattutto a ridurlo all'uno sostanziale e spirituale per mezzo della religione e della ragione. « La sostanza della religione dello Stato, ha saggiamente scritto Rousseau, debbe essere: che havvi un Ente supremo e che le leggi civili stanno sotto la sua difesa: questa religione debbe essere da ognuno adottata sotto pena di morte o di esilio, e non può un'altra sussisterne nello Stato ». In quanto poi alle credenze religiose ed ai loro relativi culti, non si debbono ammettere che quelle le quali si accordano con la religione dello Stato, ossia con la religione naturale, imperocchè le vere credenze debbono essere d'accordo colle vere realtà. L'elemento reli-

gioso è una parte essenziale della vita delle nazioni e quelli che negano ciò, sono i primi ad accorgersi nelle quotidiane realtà quale parte occupi la religione nella direzione delle azioni umane, essendochè senza sentimento religioso non vi è vera moralità, e senza unità, senza Dio, non vi è vero sentimento religioso.

Oltre le verità apodittiche che l'intuito vede e la ragione e l'osservazione confermano, e le verità razionali che l'intuito vede e la ragione approva, essendovi ancora le verità immaginarie, le verità di cieca fede, come cristiano cattolico, debbo aggiungere che il Dio della natura, il Dio della sapienza è il Dio della grazia di Cristo, e che gli Stati civili, che tendono a formare l'uno, mediante la religione naturale e la ragione divina, debbono trovarsi perfettamente d'accordo colla Chiesa di Cristo che mira allo stesso scopo, per mezzo della grazia divina, ossia benedicendo e pregando acciò venga il regno del bene, il regno di Dio..... La Chiesa è il regno di Cristo, il fondamento principale del cristianesimo è lo spirito. « Lo spirito, ha detto Cristo, vi condurrà a tutte le verità ». Il regno di Cristo è dunque il regno dello spirito, il regno dello spirito cristiano è il regno del moto che tende a formare l'uno per mezzo della religione della grazia e della retta ragione. Il regno di Cristo è dunque simile all'armonico regno della natura; e sta, come questo, nella religione, nell'ordine, nell'equilibrio e nell'armonia, e si muove per progredire nella stessa via.

Nella divina Bibbia della natura, la Chiesa libera e gli Stati liberi troveranno il diapason per accordarsi tra loro e per legarsi all'Uno assoluto, creatore e governatore dell'uno condizionale, e la norma per purgare e semplificare le credenze, le leggi e l'istruzione, e per dirigere di conserva, fondandosi quella sulla religione della grazia, e questi sulla religione naturale, il genere umano nella via della retta ragione, che è la via dell'ordine, equilibrio ed armonia, che, come già disse Platone, tutto nell'universo è musica. Procuriamo dunque di suonare una musica in cui possano coesistere tutte le libertà, in cui una libertà non soffochi le

altre, e di elevare o di abbassare il tono delle libertà secondochè sono troppo deboli o troppo forti, procuriamo che la libertà sia sempre figlia della religione e della ragione, e madre dell'ordine e dell'equilibrio.

La libertà d'insegnamento debbe, come la libertà di coscienza, consistere nell'insegnare l'origine ed i modi di essere e di muoversi dell'ente, non che i metodi per leggerne e misurarne le sue infinite manifestazioni. Nelle scuole primarie e nelle classiche, si debbe soprattutto insegnare la religiosità e la retta ragione dell'ente, non che le credenze razionali nella creazione dell'ente, nell'immortalità dell'anima umana, ed in un solo Dio onnipotente ed onnisciente che premia i buoni e castiga i cattivi; imperocchè senza l'unità suprema non possono durare le unità degli Stati civili. Il primo articolo della legge suprema d'uno Stato civile dovrebbe essere il seguente: Lo Stato è monoteista, la sua religione è la religione naturale, la sua bibbia l'alta scienza, la sua monade dinastica; sono ammessi tutti i culti religiosi non contrarii alla religione dello Stato. Nel resto lo Stato debbe essere ordinato e costituito come gli altri organismi naturali.

E nell'imparare ed insegnare le mentovate verità, i ministri di qualsiasi culto religioso debbono procedere d'accordo coi laici, le Chiese debbono accordarsi cogli Stati. Il *credo quia absurdum, le verità di cieca fede,* non debbono essere insegnate nelle scuole dello Stato, ma solo nelle rispettive Chiese. Intanto come in scienza non si debbono ammettere più cause di quelle che sono necessarie per spiegare i fenomeni naturali, così in religione non si debbono ammettere più credenze irrazionali di quelle che sono necessarie per salvarsi, per fare il bene e schivare il male, e per sovrasanzionare una sana e giusta morale. La vera religione di Cristo si perfeziona, si estende e si rende universale, non con accrescere il numero delle credenze di fede cieca ma con diminuirle, non colla fallibile logica dei fanatici e col fallibile verbo dell'uomo, ma con l'infallibile logica della natura, o coll'infallibile verbo dell'universo, che è il verbo sensibile di Cristo, non colla oscura e magica lanterna dei

miracoli, ma collo splendido lume della ragione, che è la fiaccola di Cristo, non con gravitare verso i falsi dèi, ma verso il vero Dio, non con isolarsi dallo Stato per vivere nei conventi e nei monasteri, ma con restare nello Stato e con studiare attentamente le umane tendenze, gli umani costumi, per potere combattere ciò che è cattivo, e promuovere e favorire ciò che è buono; la divinità di Cristo si dimostra più col grave verbo proprio di Cristo, col verbo del supremo Uno, che col leggiero e mistico verbo dei miracoli. Deh! faccia Iddio, che il progresso intellettuale e morale dell'èra nostra salvi la religione di Cristo, depurandola dalle tante macchie che vi hanno fatto i cattivi sacerdoti, e che il Papato infermo non muoia, ma guarisca e duri forte e potente per correggere i costumi, per rinnovare la pratica del precetto morale contenuto nel Vangelo, e per dirigere, d'accordo colla scienza e colla religione naturale, il genere umano nella via della vera perfezione.

COROLLARIO

DIALOGO SULLA GRAVITAZIONE UNIVERSALE

OSSIA

DI MORALE E RELIGIONE NATURALE

CAPO I.

Dio e l'Universo.

Chi è Dio?

È lo spazio purissimo, infinito, eterno, onnipotente, onnisciente da cui sono create ed in cui durano e sono contenute tutte le cose.

Chi ha fatto Dio?

Dio non è stato fatto da alcuno. Egli è un Ente assoluto che esiste per se stesso, e non può non essere; è sempre stato e sempre sarà.

Dio vede tutte le cose?

Iddio vede tutto, il presente, il passato e l'avvenire e persino i nostri pensieri, perchè è onnisciente.

Dove è Dio?

Iddio, essendo lo spazio puro, è da per tutto; però il suo *io*, ossia il punto in cui è concentrata e da cui emana la sua onnipotenza ed onniscienza, trovasi in una regione centrale dello spazio detta Paradiso, in cui abitano gli angeli e le anime degli uomini giusti, ed intorno al quale gravita e si muove l'Universo; in una regione periferica remotissima dalla magione dell'io divino vi è l'inferno, in cui abitano i

demonii e le anime degli uomini cattivi; in una regione intermedia trovasi l'Universo.

In che modo si manifesta l'onnipotenza, l'onniscienza e l'unità di Dio?

Per mezzo della gravitazione e della retta ragione che con ammirabile potenza e sapienza riducono tutte le cose alla suprema unità chiamata Universo.

Che cosa è l'Universo?

È l'insieme di tutti gli esseri, di tutte le cose simultanee e successive.

Perchè chiamasi Universo?

Perchè risulta di un numero infinito di esseri gli uni progressivamente più grandi degli altri, di cui i minori gravitano e si muovono intorno il centro di quelli maggiori, e tutti gravitano e si muovono intorno il centro dell'essere massimo che comprende in sè tutti gli altri esseri e li riduce ad una suprema unità.

Il centro supremo dell'Universo è fermo o si muove?

Gravita e si muove intorno all' io divino, al motore immobile, da cui è attirato e mosso.

Che cosa è che forma l'Universo?

Un ente condizionale che ha virtù proprie e particolari attributi.

Esponete le virtù e gli attributi principali dell'ente condizionale?

È una cosa elastica che ha la virtù di gravitare, girare ed oscillare intorno più punti, di condensarsi in un numero infinito di forme diverse, che si muovono e si manifestano in modi e gradi diversi a seconda del modo e grado di condensazione; esso è composto, mutabile, dipendente dall'ente assoluto, e diverso nelle differenti sue parti; è uno in essenza e trino in potenza, inquantochè nel girare intorno dei punti sviluppa tre potenze, una attrattiva che lo lega ai centri, una repulsiva che lo tiene lontano dai centri, ed una rotativa che lo fa girare intorno ai centri.

Di quali principii si compone l'ente condizionale?

Di un principio attivo, spirituale, che sta sopra, fa tutto,

produce il moto ed il cangiamento, e di un principio materiale che sta sotto, e non fa altro che reggere il moto e tendere verso il male.

Che cosa si intende per condizionale?

Ciò che, contrariamente all'assoluto, esiste sotto certe condizioni e può non essere.

Quali sono le condizioni d'esistenza dell'ente condizionale?

Esso esiste in quanto vi è lo spazio eterno che lo contiene ed in cui dura, ed in quanto il principio attivo sta unito al principio materiale, altrimenti non esisterebbe.

I due principii che formano l'ente condizionale allo stato isolato che cosa sono?

Niente, perchè il principio attivo esiste in quanto partecipa del principio materiale e sta ad esso unito, ed il principio materiale è in quanto partecipa del principio d'attività.

L'ente condizionale è eterno od ebbe incominciamento della sua esistenza, è continuo oppure formato di parti?

L'ente condizionale, essendo composto di due principii, ha dovuto incominciare ad essere, quando la potenza attiva che crea il moto, il cangiamento, si è incarnata nel principio materiale, resistenza passiva che lo subisce. Vi ha chi ammette nell'ente la continuità, e chi sostiene che sia formato di parti similari infinitamente piccole, collocate a distanze infinitesime. I fenomeni cosmici si spiegano egualmente sia con l'una che coll'altra ipotesi.

L'ente condizionale da chi fu creato?

Dall'ente assoluto, ossia da Dio onnipotente.

In che modo l'ente assoluto creò l'ente contingente?

Trasfondendo l'attività in un non ente.

Iddio nel creare l'ente, che cosa ha simultaneamente concepito?

Il piano infinito, secondo il quale l'ente doveva operare e svolgersi, nell'edificare l'Universo.

Vi è qualche analogia tra l'ente increato e l'ente creato?

Vi è quest'analogia, che nell'ente creato distinguonsi tre cose come nell'ente increato: in questo si distingue lo spazio puro, l'eternità e la relazione tra il primo e la seconda; in

quello si distingue il principio attivo, il principio materiale e la relazione che passa tra questi due principii. I due enti increato e creato sono dunque trini ed uni.

Che cosa si intende per essere?

Un individuo più o meno complesso che si muove nello spazio eterno secondo la legge universale dell'ordine, equilibrio ed armonia.

Che cosa si intende per individuo?

È una forma viva molteplice insieme ed una; molteplice perchè si compone di più forme minori: una perchè tutte le forme minori gravitano e si muovono intorno un centro supremo, ossia cospirano verso lo stesso punto per formare l'io, il soggetto, l'unità suprema che presiede a tutte le unità minori; molteplice, perchè ciascuna forma minore è animata di speciali movimenti, una, perchè vi è equilibrio accordo ed armonia fra tutti i moti delle forme minori, e perchè tutti questi moti sono compresi nella vibrazione della forma maggiore dell'individuo.

In che cosa consiste l'ordine, l'equilibrio, l'accordo e l'armonia?

L'ordine consiste nella virtù che hanno più forme, più unità dello stesso genere di disporsi a determinate distanze intorno lo stesso punto per formare delle forme, delle unità maggiori, le quali a loro volta si dispongono intorno ad un altro punto per generare un'altra forma, un'altra unità maggiore, e così di seguito sino all'infinito.

L'equilibrio è la virtù che hanno le forme vive di collocarsi a distanze tali che ogni forma prema e sia d'un eguale grado contropremuta dalle altre forme.

L'accordo consiste nella virtù che ha l'ente di generare in ciascun luogo ed in ciascun tempo delle forme, ciascuna delle quali agisce e si muove in modo da tendere verso lo stesso fine cui tendono le altre.

L'armonia è la virtù che ha l'ente di sviluppare tra le forme vive dei determinati rapporti nel numero e nel grado di lunghezza e di velocità delle loro vibrazioni.

Come chiamasi la forza che lega ed unifica insieme le parti di un individuo?

Nel mondo fisico chiamasi attrazione, gravitazione, nel mondo morale religione, amore.

Quali sono le condizioni necessarie per la genesi degli individui, per la riduzione del molteplice all'uno?

Oltre l'attrazione è necessario che le parti, i molteplici, si muovano in modo che il moto degli uni sia d'accordo e si costituisca in equilibrio di pressione, ed in armonia di velocità con quello degli altri.

Ciò che l'ente forma quando non si muove secondo le mentovate leggi come chiamasi?

Caos, disordine.

Perchè le cose generate dall'ente non sono sempre nell'ordine?

L'ente, essendo composto d'un principio materiale che tende al disordine, e di un principio spirituale che tende all'ordine, genera delle cose ordinate se prevalgono le tendenze spirituali, e delle cose disordinate se prevalgono quelle materiali. Nel principio spirituale risiede dunque l'origine del bene, ed in quello materiale l'origine del male. Aggiungasi che nel mondo fisico l'ente disordina perp oter meglio ordinare.

CAPO II.

Origine e natura della materia ponderabile, dell'etere, della forza, del moto, del tempo, delle forme vive, della relazione e della ragione, dello spirito e della vita.

L'ente condizionale, come fu creato, che cosa fece?

In grazia delle virtù di cui è dotato, si è condensato e rarefatto e generò la materia ponderabile, l'etere, il moto, il tempo, le forme vive, la relazione e la ragione.

Che cosa è la materia ponderabile e come fu prodotta?

La materia ponderabile è l'ente condensato in parti, in forme piccolissime dette atomi. La virtù attrattiva propria dell'ente discendendo giù giù di centro in centro, d'atto in

atto, di più in più piccolo, lo condensò in un numero infinito di minime potenze, ed ha per tale modo ridotto l'uno in molteplice, l'identico in diverso, l'infinito nel finito, e non fece più che brevi contingenze.

Che cosa è l'etere?

L'ente rarefatto e sparso in un modo continuo per lo spazio.

Dite della forza e del moto?

La forza è ciò che fa cangiare di posizione l'ente, ossia la cagione del moto. La forza è insita all'ente proporzionale alla quantità di ente, ed in ragione inversa del quadrato della distanza dal suo punto d'azione. Tutte le forze risiedono nella virtù che ha l'ente di rotare intorno più punti. Da questa virtù derivano la forza di gravitazione che condensa l'ente nei centri di rotazione; la forza centrifuga che mantiene l'ente a certa distanza dai centri, e la forza che lo fa muovere intorno ai centri. Se l'ente non fosse dotato di questa virtù, presenterebbe ovunque un eguale grado di densità e di elasticità, e non esisterebbe nè la forza, nè il moto. La materia ponderabile si muove nell'etere perchè, a parità di volume, contiene più d'ente e quindi più di forza dell'etere. Gli atomi sono i centri di rotazione elementari che hanno progressivamente generato tutti gli altri centri.

Nella forza si debbe distinguere la grandezza, il grado d'intensità con cui agisce, la direzione in cui opera, il punto d'applicazione ed il grado di composizione; nel moto si debbe anche distinguere la direzione, la velocità, il grado di composizione e la forma e quantità dell'ente che si muove; avuto riguardo a questi cinque fattori vi esiste un numero infinito di specie di moto. Oltre il moto reale si distingue ancora il moto virtuale, cioè quello che più forze operanti in direzioni opposte avrebbero prodotto se non si fossero mutuamente equilibrate.

Che cosa è il tempo?

È una durata finita che si misura per la successione di uno stato ad un altro stato diverso; il tempo è figlio del moto; prima che vi fosse il moto non vi era mutazione, e quindi non vi era il tempo, ma la durata infinita, l'eternità.

Come furono generate le molteplici e svariatissime specie di forme vive?

Dalla condensazione dell'ente in forme vive atomiche (atomi) e dall'individuazione degli atomi in forme vive di più in più grandi e complesse. Per la virtù che hanno le forme minori di individuarsi insieme con gravitare, girare ed oscillare intorno il medesimo punto, più forme vive atomiche generarono l'individuo (forma viva) chimico; più forme vive chimiche generarono l'individuo fisico; più forme vive fisiche generarono un individuo astronomico, un astro e così di seguito sino all'infinito, dimodochè ogni unità, ogni individuo intermedio gravita, gira ed oscilla intorno i centri degli individui maggiori ed intorno al proprio centro, gravitano, girano ed oscillano gli individui, le forme vive minori.

In ogni forma che si muove nell'etere, che cosa si debbe distinguere?

La forma che l'ente ha preso condensandosi, la forma che descrive muovendosi, e la forma che si propaga con immensa velocità per l'etere. Le due prime forme costituiscono gli esseri reali, la terza le idee. Queste tre forme sono simili tra loro, cioè la forma ideale è simile alla forma descritta, e la forma descritta è simile alla forma sostanziale, e con le forme originali che trovansi delineate nell'eterno piano. In ogni forma si debbe inoltre distinguere il modo con cui sono disposte ed equilibrate le parti, le forme minori che la costituiscono, ed il modo con cui si muovono ossia il suo modo di essere statico, ed il suo modo d'essere dinamico.

Le relazioni come sono nate ed in che cosa consistono?

Le relazioni nacquero insieme colle cose, coi principii, colle quantità da cui emanano. A parte la relazione eterna e trascendentale tra lo spazio puro e l'eternità, e le relazioni trascendentali tra l'ente assoluto e l'ente condizionale, e tra i due principii che formano l'ente condizionale distinguonsi le relazioni successive tra le cause e gli effetti, e le relazioni simultanee tra le cose ossia tra le diverse cause ed i differenti effetti. Le relazioni tra le cose sono un prodotto delle forme reali e delle forme ideali, in virtù delle quali le prime

agiscono e reagiscono a distanza tra loro. Se tra le forme reali non vi fosse l'etere, le cose non potrebbero mettersi in relazione tra loro, non vi sarebbe cioè vera relazione. L'etere è dunque il principio, l'agente che serve a mettere in relazione le cose. Non vi sarebbe pure vera relazione se l'ente non si fosse in parte condensato per produrre le forme reali, la materia ponderabile.

Quale nesso, quale relazione esiste tra la causa e l'effetto?

La causa è uguale all'effetto, o con altre parole la forza è uguale alla quantità di movimento, perchè se la causa fosse più grande, ciò che nella causa eccede l'effetto, sarebbe una causa senza effetto, e non sarebbe dunque più causa; se l'effetto fosse più grande, ciò che nell'effetto, eccede la causa, sarebbe un effetto senza causa. Dunque l'effetto è uguale alla causa.

Nella relazione tra le forme reali che cosa si debbe distinguere?

La forma, la grandezza e la qualità (modo di muoversi) delle realtà, e si può quindi dividere in relazione formale, relazione quantitativa, e relazione qualitativa. L'ente essendo composto di due principii, si debbono ancora distinguere le relazioni che da essi emanano, cioè le relazioni immateriali e le relazioni materiali. Le prime tendono, come il principio da cui emanano, all'ordine, equilibrio, accòrdo ed armonia, e quando prevalgono, costituiscono la ragione chiamata anche retta ragione, diritto fonte del bene, dell'equità... che riduce il molteplice all'uno e genera degli individui regolari: le seconde hanno una tendenza opposta, e quando prevalgono, costituiscono il torto, la confusione fonte del male, dell'iniquità....; distruggono gli individui, convertono l'uno nel molteplice, e generano il caos, il disordine. Ogni individuo è dunque uno e molteplice, attività, religione e ragione.

Dite dei varii generi di ragione e delle loro mutue dipendenze?

Nell'universo vi sono le ragioni atomiche in virtù delle quali gli atomi si individuano in molecole chimiche, ossia in virtù delle quali nasce l'attrazione, la ragione chimica

che lega più atomi al medesimo centro; le ragioni fisiche in virtù delle quali le molecole chimiche si individuano in molecole fisiche; le ragioni astrigene per le quali le molecole fisiche si individuano in astri; le ragioni planetarie che inducono gli astri ad individuarsi in sistemi planetarii; le ragioni stellari per cui i sistemi planetarii si individuano in sistemi simili al nostro sistema solare; le ragioni mondiali che individuano i sistemi stellari in sistemi più grandi e così di seguito sino all'infinito, dimodochè le ragioni minori dipendono dalle maggiori, e queste da quelle, gli esseri inferiori formano e mantengono gli esseri superiori, e sono da questi a loro volta retti e mantenuti, ed ogni essere, ogni ragione dipende dall'essere supremo, dalla ragione universale.

Le cause speciali, i particolari centri di attività come hanno operato nell'edificare l'universo?

Secondo i dettami della retta ragione e della religione, dettami che assegnano a ciascuna cosa il luogo che deve secondo la sua natura occupare, ed il modo e grado con cui deve agire.

Come le cose, le cagioni che operano in un luogo possono essere in relazione col modo di operare delle altre cose, delle altre cagioni?

In tre maniere: 1° perchè l'ente nel condensarsi ed organarsi nei differenti esseri e nel rarefarsi in etere, non cessò di essere uno e continuo, ossia di formare un solo tutto, il quale debbe perciò sentire le modificazioni che avvengono nelle differenti sue parti, ossia dei modi diversi del suo essere e divenire, del suo stare e muoversi. 2° Perchè in ciascun luogo giungono le radiazioni eteree, le idee degli esseri che vivono negli altri luoghi, e da ciascun luogo partono le radiazioni eteree degli esseri che in esso vivono. 3° Perchè le vibrazioni, le cose minori sono contenute nelle vibrazioni, nelle cose maggiori, e tutte le vibrazioni, tutte le cose sono comprese nell'immensa vibrazione dell'universo.

Come si dispongono le cose nell'individuarsi secondo i dettami della ragione e della religione?

Si dispongono in modo da occupare e muoversi in un de-

terminato luogo dello spazio, e da poter girare intorno il medesimo punto secondo la legge delle aree.

In che consiste la legge delle aree?

In questo che ciascuna parte dell'ente descrive girando intorno un centro spazi eguali in tempi eguali, se si allontana dal centro di rotazione, perde in velocità rivolutiva, in curva descritta, quanto ha guadagnato nella distanza, nella lunghezza della retta che la separa dal centro, e reciprocamente se si avvicina al centro guadagna in velocità, in lunghezza della curva descritta quanto ha perduto in distanza, di guisa che il settore descritto in eguale tempo abbia sempre la stessa area.

Il centro di un individuo, di un sistema cosmico è fermo oppure si muove?

Il centro di un individuo non è stazionario, ma si muove intorno i centri degli individui maggiori: esso opera ad una come centro, come io, come soggetto e come circonferenza, come oggetto... Come centro gravitano e si muovono intorno ad esso i centri degli esseri minori, e come circonferenza gravita e si muove intorno i centri degli esseri maggiori, come io, presiede ai movimenti degli esseri minori da cui è formato e come oggetto è presieduto dai centri degli esseri maggiori che informa. Gli atomi periferici delle molecole chimiche, che costituiscono il termine infimo di questa infinita catena, descrivono, come gli altri centri superiori, una curva immensa intorno al centro supremo posto a distanza infinita in cui vi sono tante sinuosità quante sono le categorie d'individui di cui fanno parte.

Che cosa si intende coi nomi spirito, vita?

Lo spirito è l'insieme delle attività e delle ragioni particolari che operano in un essere, in un individuo: la vita è l'insieme dei movimenti ordinati, equilibrati ed armonici di cui un individuo è animato. Vi sono quindi tante specie di spiriti, tante specie di vite quante sono le specie d'individui, essendochè il modo di muoversi di un individuo è simile al modo con cui agisce, ed il modo con cui agisce è simile al modo con cui è e sta, ossia al modo con cui l'ente trovasi condensato ed ordinato.

CAPO III.

Delle varie categorie di individui e delle loro relazioni.

Quante sono le categorie degli individui cosmici?

Vi hanno individui in cui tutte le parti gravitano, girano ed oscillano intorno il loro centro maggiore: individui composti di parti che gravitano, girano ed oscillano, di parti che gravitano ed oscillano, di parti che incominciano o cessano di gravitare e muoversi intorno il loro centro maggiore: vi hanno infine individui in cui le parti si limitano a gravitare intorno ad un centro oppure ad un asse. Spettano alla prima categoria gli esseri molecolari, gli astri, i sistemi planetari, i sistemi stellari....; alla seconda categoria appartengono le piante e gli animali; alla terza i cristalli.

Dite degli esseri molecolari?

Gli esseri molecolari sono estremamente piccoli e perciò invisibili: comprendono gli atomi, le molecole chimiche e le molecole fisiche. Gli atomi sono centri di attività elementari che risultano dalla diretta condensazione di una porzione di ente, animati di un moto di rotazione, di un moto di contrazione e di espansione, e di un moto di rivoluzione. Le variazioni che presentano sono una funzione della quantità, della forma e del grado di condensazione dell'ente da cui furono generati. La molecola chimica è un individuo risultante da più atomi che gravitano, girano ed oscillano intorno lo stesso centro; la molecola fisica è un individuo che risulta da più molecole chimiche che gravitano, girano ed oscillano intorno lo stesso centro. Le variazioni delle molecole chimiche sono una funzione della specie, del numero e della disposizione degli atomi. Le variazioni delle molecole fisiche sono una funzione della specie, del numero e della disposizione delle molecole chimiche da cui sono formate.

Di quali effetti sono cagione i movimenti di cui sono animati gli esseri molecolari?

La vibrazione rotatoria equatoriale delle molecole fisiche

è causa del calore; la vibrazione giratoria assiale delle stesse molecole è causa dell'elettricità; la vibrazione rotatoria equatoriale delle molecole chimiche è causa della luce, l'assiale debbe essere causa del magnetico... Ogni vibrazione fa nascere nell'etere una ondulazione simile, di qui il perchè si hanno le ondulazioni calorifiche, le ondulazioni luminose, le ondulazioni elettriche, le ondulazioni attiniche generate dai moti vibratorii degli atomi...

Che cosa si intende per vibrazione equatoriale, e per vibrazione assiale?

Il successivo allontanarsi ed avvicinarsi di una cosa dal centro di rotazione o di semplice gravitazione costituisce una vibrazione. La vibrazione assiale è prodotta dal muoversi che fa l'asse del sistema intorno ad una retta che passa per il suo centro e fa coi due semiassi due angoli eguali, i quali crescono quando l'asse oscillando si allontana dalla retta, e diminuiscono quando ad essa si avvicina. La vibrazione equatoriale è prodotta dal moto rotatorio ed oscillatorio delle parti che occupano le regioni equatoriali ossia le regioni interpolari del sistema.

Dite degli esseri astronomici?

Gli esseri astronomici comprendono gli astri, i sistemi planetari, i sistemi stellari e gli altri sistemi più grandi dei sistemi stellari. Gli astri sono degli esseri risultanti dall'individuazione di più molecole fisiche intorno allo stesso centro: sono animati di un moto rotatorio ed anche oscillatorio intorno il proprio centro, di un moto di precessione e di nutazione del proprio asse intorno ad una retta, e di un moto di rivoluzione intorno ad un centro maggiore. Il primo moto costituisce la vibrazione equatoriale, il secondo la vibrazione assiale, il terzo una vibrazione equatoriale intorno ad un altro centro. I sistemi planetari risultano dall'individuazione di più astri detti satelliti intorno ad uno detto pianeta: sono animati di un moto di rivoluzione e di oscillazione intorno all'astro detto pianeta, il quale a suo turno gira intorno ad un altro centro maggiore. I sistemi stellari risultano da più pianeti, da più sistemi planetari individuati intorno ad uno

detto stella o sole, per es., il nostro sistema solare. E così dicasi del sistema che risulta dall'individuazione di più sistemi stellari, e degli altri sistemi progressivamente più grandi sino all'infinito.

I moti degli esseri astronomici in generale ed in particolare quelli della terra e della luna di quali effetti sono cagione?

Sono cagione dei loro rispettivi spostamenti nello spazio e del rivolgere che fanno ora tale ora tale altra porzione della loro superficie verso un dato luogo. Il centro massimo di un sistema stellare essendo luminoso e caldo, gli assi di rotazione dei differenti astri che formano lo stesso sistema stellare, essendo quasi tra loro paralleli ed inclinati di pochi gradi sul piano della loro orbita di rivoluzione, ne viene che nel rotare intorno se stessi ora una ora un'altra metà della loro superficie, trovasi rivolta verso il centro luminoso, verso lo stesso luogo. Ciò posto il moto di rotazione degli astri è causa del giorno e della notte. Il tempo che un astro impiega a fare un giro intorno se stesso costituisce la durata della giornata, il tempo che impiega a fare una rivoluzione intorno al centro immediatamente superiore, costituisce la durata che chiamasi anno, e siccome i differenti astri impiegano tempi diversi per compiere codesti giri, così i differenti astri hanno giorni ed anni di durata diversa. L'asse di un astro, per esempio quello della terra, essendo alquanto inclinato sul piano dell'eclittica, e nel girare intorno il massimo centro del sistema stellare ossia del sole mantenendosi sempre parallelo a se stesso, ne viene che ora un polo dell'asse, ora l'altro trovasi più o meno inclinato verso il sole. Ciò posto il moto di rivoluzione della terra congiunto al parallelismo ed all'inclinazione del suo asse sul piano dell'orbita, è causa delle differenti stagioni, perchè se l'asse della terra non fosse inclinato sulla sua orbita, e se non girasse intorno al sole non vi avrebbero stagioni. Dall'equinozio di primavera sino a quello d'autunno, il polo nord della terra è inclinato verso il sole; dall'equinozio d'autunno a quello di primavera inclina in senso opposto. Il massimo d'inclina-

zione del polo nord verso il sole ha luogo al solstizio di estate, il massimo d'inclinazione opposta ha luogo al solstizio d'inverno.

Il moto di rivoluzione della luna intorno alla terra, compiendosi in un piano che coincide quasi coll'eclittica, la luna non essendo luminosa per se stessa, ma solo per la luce solare che riflette, ne viene che il moto di rivoluzione della luna è causa della lunazione (anno della luna) e delle diverse fasi lunari. Quando la luna girando trovasi sulla retta che congiunge la terra al sole si ha la luna nuova, quando trovasi dal lato opposto della terra sul prolungamento della stessa retta si ha la luna piena, nel primo caso la luna non si vede perchè non riflette sulla terra della luce che riceve dal sole, nel secondo caso riflette la massima quantità di luce che riceve dal sole, quando si trova nei luoghi intermedii al due mentovati riflette una quantità di luce tanto più grande quanto più è prossima al luogo della luna piena, e tanto più piccola quanto più è prossima al luogo della luna nuova; allorchè attraversa la retta che fa un angolo retto colla linea che congiunge la luna nuova colla piena, si ha il primo quarto o l'ultimo quarto, nei quali due casi la luna si vede per metà.

Dite della nascita, formazione, sviluppo e durata della vita degli astri?

Un astro nasce ossia incomincia ad essere nell'istante in cui più molecole si fanno a cospirare, ossia a gravitare e muoversi intorno lo stesso punto che diviene il suo massimo centro. Tutte le molecole che formano un astro possono essersi individuate simultaneamente od in tempi diversi al suo centro. In origine un astro offre l'aspetto di una nebbia cosmica; in seguito per il disporsi e condensarsi che fanno le molecole più dense nelle regioni centrali, e le più leggiere in quelle periferiche assume l'aspetto di un nucleo incandescente, rotondato, liquido, circondato da un'atmosfera gassosa. La cagione dell'incandescenza risiede nella condensazione delle molecole, per la quale le vibrazioni luminose e calorigene acquistano una grandissima velocità. In questo

stato un astro irraggia tutto all'intorno luce e calorico, e per tale irradiamento le sue condizioni cangiano e le molecole da cui è costituito si trasformano in altre molecole. Le parti che più irradiano, ossia che perdono più luce e più calorico, sono le esterne, dimodochè col tempo l'astro si raffredda dall'esterno andando verso l'interno. Per un tale raffreddamento, porzione della materia che forma l'atmosfera si condensa, e lo strato esterno del liquido si solidifica. Le condizioni di esistenza di un astro cangiano continuamente per il suo continuo irraggiare e per tante altre cagioni; dove le condizioni cangiano maggiormente egli è sulla superficie solida del nucleo. Egli è quindi in questa regione che maggiori sono i cangiamenti, e che, come le condizioni siano diventate a ciò propizie, e vi siano specie atomiche dotate di una tale virtù, si formano delle speciali molecole che si individuano in particolari germi dalla cui progressiva evoluzione prendono origine gli esseri detti organizzati (piante ed animali), che nel periodo della loro vita progenerano dei germi simili a quelli da cui sono stati generati, i quali si svolgono in nuovi esseri organizzati che progenerano dei nuovi germi simili, e così di seguito finchè propizie sono le condizioni. Sulla superficie della nostra terra, quando le condizioni divennero a ciò propizie, nacquero successivamente i differenti primitivi germi dal cui sviluppo incominciarono ad esistere le diverse specie di piante e di animali che vissero e vivono presentemente.

Gli astri vivono per un tempo molto lungo. La nostra terra, giusta i calcoli dei geologi, avrebbe già più di un milione di secoli di vita.

Quand'è che gli astri muoiono? La loro morte in che cosa consiste, e che cosa diventano dopo morte?

Gli astri, nel primo periodo della loro vita, sono molto dilatati, contengono cioè una grande quantità di energia potenziale. Col progredire della loro vita l'energia potenziale si converte a poco a poco in energia attuale, e quindi in moto reale e gli astri si contraggono. Quando siano molto contratti e che l'energia potenziale che contengono non sia

più capace, perchè divenuta piccola, di convertirsi in energia attuale, allora muoiono per vecchiaia. Possono anche morire per cause accidentali, per es., per il disordinato incontro con altri astri. Come la nascita e la formazione di un astro consiste nel cospirare che fanno le parti di cui è composto verso lo stesso punto, così la sua morte consiste nella cessazione di una tale cospirazione, per cui l'io, il centro dell'astro, e quindi lo stesso astro perisce, e le parti si disgiungono e si sparpagliano per lo spazio, ed in virtù di una tale espansione acquistano dell'energia potenziale, e come propizie siano le condizioni, tornano ad individuarsi insieme ed a produrre un altro astro o degli altri astri.

Dite della natura e del grado di complessione degli esseri poliorganici?

Gli esseri poliorganici sono forme vive in via di costruzione che risultano da particolari molecole fisiche individuate in particolari centri. Il grado di complessione degli esseri poliorganici è tanto maggiore quanto più grande è il numero dei centri d'individuazione che comprendono, e quanto più elevato ne è il loro grado gerarchico. Dagli esseri unicellulari, dal volvoce, dal protocco, in cui le molecole fisiche sono solamente individuate al centro di una sola cellula, si ascende gradatamente ad esseri composti di due, tre o più cellule, e quindi ad esseri composti di cellule, di fibre e di vasi individuati progressivamente in centri di grado di più in più gerarchicamente elevato, dimodochè il grado di complicazione aumenta col crescere del numero e del grado gerarchico dei centri. Gli esseri poliorganici i più complessi sono, fra gli animali, i mammiferi, e fra le piante gli alberi dicotiledoni a fiore completo. Gli esseri poliorganici più semplici consistono in una forma viva che contiene immediatamente in sè le forme vive delle molecole fisiche, in ciascuna delle quali sono contenute le forme vive delle molecole chimiche, in cui sono infine comprese le forme atomiche, ossia le forme elementari. Gli esseri poliorganici più complessi sono forme vive che comprendono in se stesse molti ordini di forme vive più grandi delle forme molecolari. Così, per esempio,

una pianta dicotiledone, a fiore completo, è una forma viva che comprende in sè le forme vive degli organi di riproduzione e degli organi di nutrizione; la forma viva di ciascun organo di riproduzione o di nutrizione (fusto, foglie, radice...), contiene le forme vive di altri organi minori.... La forma viva, per esempio, di un fiore completo comprende in sè le forme vive dei pistilli, degli stami, della corolla, del calice... La forma viva del calice comprende in sè le forme vive dei sepali; la forma viva di ciascun sepalo comprende in sè le forme vive del mesofillo e dell'epidermide; nella forma viva del mesofillo sono contenute le forme vive delle cellule, delle fibre e dei vasi; nella forma viva delle cellule, fibre e vasi sono contenute le forme vive delle molecole fisiche....

Che differenza passa tra le piante e gli animali?

Le piante sono edifizi vivi fissi al suolo in via di costruzione che si nutrono di materie cristalloidi; gli animali sono edifizi vivi locomobili in via di costruzione, di demolizione e di ricostruzione, che si nutrono per lo più di materie colloidi. I materiali di nutrizione sono attirati e si muovono diffondendosi di molecola in molecola verso le piante a misura che sono assorbiti per la costruzione dei loro proprii organismi; i materiali di nutrizione attirano gli animali i quali si muovono verso i medesimi per cibarsene e costruire i loro proprii organismi. Le piante svolgono dell'ossigeno, e fissano dell'energia attuale (calore, luce...), che convertono in energia potenziale; gli animali consumano dell'ossigeno, sviluppano dell'energia attuale, in essa convertendo dell'energia potenziale. Le piante sono prive, e gli animali sono forniti di sistema nervoso e dei particolari movimenti proprii di questo sistema. La sostanza, che forma parte principale dei tessuti degli animali, ha una composizione molto più complessa di quella che forma i tessuti delle piante.

Dicasi della durata della vita degli esseri poliorganici, e del perchè gli uni vivono di più degli altri?

La durata della vita varia assai nei differenti esseri poliorganici; dalle piante che vivono pochi mesi si ascende a quelle che hanno una vita gradatamente più lunga sino a

quelle che vivono più migliaia di anni (Adansonia, Dracena di Orotava). La vita degli animali è meno lunga di quella delle piante; da animali che vivono pochi giorni si ascende per gradi a quelli che hanno una vita di più in più lunga sino a quelli che vivono più di cento anni. La cagione della durata diversa della vita dei differenti esseri poliorganici risiede nella natura dei loro germi e nelle condizioni estrinseche in cui si sviluppano. Il germe è la prima premessa, è il primo stato di un essere poliorganico, da cui sotto l'influenza di opportune condizioni, successivamente nascono e si sviluppano tutte le conseguenze, tutti i stati che ne costituiscono la sua vita. Nel germe risiede la ragione della durata della vita di un essere poliorganico e della sua morte, tuttochè le condizioni estrinseche si mantengano sempre propizie alla sua vita, e quando ciò non avviene, la sua morte è anticipata da cause accidentali. La causa delle differenze dei germi risiede nella natura delle attività e delle ragioni che operano nel tempo e nel luogo in cui il germe nacque o nasce.

Che cosa sono i cristalli?

Sono poliedri terminati da facce piane, da spigoli e da angoli solidi che risultano dal regolare ordinamento delle molecole intorno ad una o due linee rette dette assi. I cristalli offrono gradi di simmetria diversi, che servono a spartirli in sei tipi, ciascuno dei quali comprende i cristalli che offrono lo stesso genere di simmetria. I più simmetrici sono quelli del primo tipo che comprende i cristalli cubici ed i loro derivati; i meno simmetrici sono quelli del sesto tipo.

Dicasi delle relazioni che offrono i differenti esseri?

L'ordine, l'accordo, l'equilibrio e l'armonia, essendo condizioni necessarie alla normale esistenza degli esseri, gli esseri particolari e finiti essendo organismi dell'essere universale infinito, ne viene che ogni essere presenta delle relazioni ordinate ed armoniche con gli altri esseri, ed opera in modo da conservare l'esistenza di sè stesso, degli esseri minori da cui è formato e degli esseri maggiori che informa. Difatti gli astri che formano un grande sistema sono ordi-

nati a determinate distanze e quasi nello stesso piano; hanno i loro assi di rotazione quasi paralleli, e mentre rotano regolarmente intorno sè stessi, girano con pari regolarità intorno i centri maggiori descrivendo aree eguali in tempi eguali, ed i piani delle loro orbite coincidono oppure formano tra loro dei piccoli angoli. Allorchè qualche nuovo astro (cometa), giunge nella sfera d'attrazione di un grande sistema, si fa tosto a girare intorno al maggiore centro, e prosegue a girarvi normalmente, oppure dopo certo tempo vi si distacca, se il suo modo d'essere è tale da non potersi adattare a muoversi nell'orbita che gli fu assegnata, da non poter osservare le leggi proprie del grande sistema cui erasi avvicinato. Lo stesso dicasi dei piccoli sistemi, delle molecole. Nelle piante e negli animali, gli organi sono disposti con ordine ed in modo da formare un tutto ordinato e simmetrico; ogni organo cresce e si sviluppa di pari passo degli altri, e le sue azioni sono tali da accordarsi ed armonizzarsi con quelle degli altri. Le foglie, i fiori e gli altri organi appendicilari sono nelle piante disposti secondo le simmetriche leggi della geometria intorno ai rispettivi assi. Le radici assorbono una quantità di materie greggie che è d'accordo con quella che le foglie e gli altri organi verdi possono elaborare; gli organi verdi elaborano e preparano una quantità di materiali nutrienti che è d'accordo con quella che i diversi organi possono assimilare... Nei cristalli le facce, gli spigoli e gli angoli solidi, sono con ordine e simmetria disposti intorno ai rispettivi assi. Insomma tutto ciò che nell'Universo dura, è ordinato, equilibrato, accordato ed armonico. Le cose che non sono tali hanno un'esistenza breve e tendono a divenirvi. I solidi amorfi col tempo assumono una struttura cristallina.

In quanto alle relazioni successive, le cose presenti sono figlie, effetti delle cose passate con cui sono legate in un modo necessario ed indissolubile, e madri e cause delle cose future, di guisa che retrocedendo di cosa in cosa, di tempo in tempo, sino alla nascita delle cose e del tempo, si trova che ogni cosa, ogni tempo fu futuro, poi presente ed infine

passato, e che la prima cosa, il primo tempo da cui furono successivamente generate le altre cose, gli altri tempi, nacquero dallo spazio eterno, e progredendo nel futuro si trova che l'ultimo futuro termina pure nello spazio eterno. Le cose ed i tempi sono figlie del moto, il moto è prodotto dall'attività dell'ente, l'ente attivo è un effetto della creazione; ogni cosa, ogni tempo, sono dunque legati colla prima cosa, col primo tempo e quindi una conseguenza dell'atto creativo a cui si debbono in ultima analisi condurre tutte le cose e tutti i tempi.

Per quale motivo nei diversi tempi e nei diversi luoghi si formarono e si formano cose differenti?

Perchè tale è la virtù che l'ente generatore delle cose ha in origine ricevuta dal Creatore. Per questa virtù dopo essersi condensato in materia ponderabile e rarefatto in etere generò in ogni tempo ed in ogni luogo delle cose diverse, e conformi ai dettami della religione e della retta ragione, ed al piano, all'idea infinita che Iddio ha *ab æterno* concepita, di guisa che la copia sensibile descritta dall'ente condizionale sia simile all'originale insensibile scritto dall'Ente assoluto. L'ente condizionale genera in ogni luogo ed in ogni tempo delle cose conformi alle attività reali, ed alle ragioni che operano in quel luogo ed in quel tempo. Qua genera un essere, là ne genera un altro di specie diversa, perchè le attività e le ragioni che operano in un luogo sono diverse da quelle che operano in un altro luogo, e perchè così vuole la volontà e ragione suprema dell'ente sia condizionale che assoluto.

CAPO IV.

Qualità, fenomeni, trasformazioni, nascita, morte, generazione degli esseri. — Divina Provvidenza.

Le qualità degli esseri, dei corpi da che cosa dipendono?

La causa delle qualità degli esseri risiede nel modo di stare e di muoversi dell'ente che li costituisce; si possono dividere in qualità statiche e qualità dinamiche; le prime

(forma, struttura...), dipendono dal modo con cui l'ente si è ordinato, ed ha equilibrate ed accordate le forze ed armoneggiate le velocità; le seconde dipendono dal modo di muoversi dell'essere, il quale si trova intimamente connesso col suo modo di stare, giacchè i moti di un meccanismo variano al variare della sua forma e della sua struttura.

Quali sono le qualità più generali degli esseri?

L'unità che consiste nella cospirazione di tutte le parti verso lo stesso punto; la pluralità consistente nel modo di stare e di muoversi proprio di singole le parti; la religiosità consistente nel legame che unisce insieme le diverse parti; l'equità consistente in ciò che ciascuna parte preme ed è di una quantità eguale contropremuta dalle altre parti; la bontà ossia la tendenza che ha l'ente di formare degli esseri, delle unità ritmiche, equilibrate ed armoniche; la bellezza consistente nella tendenza che ha l'ente di ordinare, intrecciare, ed armonizzare il vario nell'uno; la stabilità consistente nella tendenza che hanno gli esseri di conservare il modo di stare e di muoversi proprio della specie a cui appartengono; la varietà consistente nel modificarsi degli individui a seconda delle condizioni, pur conservando il loro tipo specifico. L'ordine e bellezza dell'Universo, non meno esigono stabilità di tipi che successione di copie, nè meno costanza di specie che differenza di individui. Tolta la stabilità e la costanza non si ha che confusione, e tolta la successione e la varietà non si ha che monotonia. Sono ancora qualità generali la sensibilità, l'estensione, l'impenetrabilità, l'elasticità....

Dite della sensibilità e dei differenti suoi gradi?

La sensibilità è una qualità dinamica, una virtù che consiste nel soggettivamento ossia nella cospirazione delle forme ideali verso i centri di cui gli esseri sono costituiti. La sensibilità è tanto maggiore quanto più facilmente gli esseri ricevono e ritengono le impressioni prodotte dalle forme ideali e quanto più numeroso e più elevato è il genere dei centri vibratorii, in cui le forme ideali si soggettivano, prima di giungere al maggiore centro di vibrazione dell'essere. Il grado

di sensibilità è minimo nei minerali, inquantochè in essi le forme ideali non si soggettivano che a due piccoli centri; è maggiore nelle piante, e massimo negli animali soprattutto in quelli d'ordine superiore, nei quali la sensazione, per la grande mobilità dei centri e per i molteplici e diversi centri in cui le forme ideali si soggettivano, diventa cognizione, ossia il principio senziente diviene principio conoscitivo. Negli uomini, stante la loro particolare ed assai complessa organizzazione, il principio senziente diventa ad un tempo principio di cognizione e principio razionale, giacchè non vede solo e conosce le forme vive da cui provengono le forme ideali, ma ancora le relazioni esistenti tra le diverse forme, ossia le loro analogie e le loro differenze, e se sono o no ordinate, equilibrate, accordate ed armoniche, o con altre parole se sono, o no, secondo la religione e la retta ragione.

Che cosa eccitano negli esseri le sensazioni?

Dei movimenti ad esse corrispondenti. Così il cloruro d'argento risponde alla sensazione della luce con perdere il suo colore bianco e divenire oscuro: le piante cirrifere rispondono alla sensazione dei pali con avvicinarsi e quindi aggrapparsi ad essi: alla sensazione dei pericoli, gli animali rispondono con fuggire. Insomma a date sensazioni corrispondono necessariamente delle date locomozioni. Gli uomini, conoscendo le ragioni delle cose, fanno eccezione a questa legge: essi sono pienamente liberi di eseguire delle locomozioni simili o diverse da quelle che corrispondono alle ricevute sensazioni, contrariamente a ciò che avviene negli altri esseri.

Le qualità, a seconda degli esseri a cui si riferiscono, come si chiamano?

Qualità chimiche, qualità fisiche, qualità vegetabili, qualità animali, degli astri... secondochè si riferiscono al modo di stare e di muoversi delle molecole chimiche, delle molecole fisiche, delle piante... Ogni essere, ogni corpo, oltre le qualità generali, ne ha ancora delle altre meno generali che servono a classificarlo e distinguerlo dagli altri esseri, e che chiamansi perciò proprietà.

Che cosa si intende per proprietà?

Le proprietà sono le qualità proprie di ciascun essere: per classificare gli esseri si sono per via di astrazione stabiliti diversi ordini di proprietà, le quali colla divisione e suddivisione di ciascuna categoria di esseri in gruppi di più in più piccoli diventano di meno in meno generali ossia si estendono ad un numero di esseri di più in più piccolo, fino a che si giunge al gruppo infimo ossia alla specie, le cui proprietà diconsi perciò specifiche. Le proprietà comuni a più specie che servono a formare il gruppo immediatamente superiore alla specie, ossia il genere, diconsi proprietà generiche: quelle comuni a più generi che servono a formare il gruppo (famiglia, tribù) immediatamente superiore al genere, diconsi proprietà di famiglia, di tribù, e così di seguito sino al gruppo supremo. Così per esempio la pianta che fu chiamata digitale purpurea è nel sistema di Linneo compresa fra le piante fanerogame, perchè ha gli organi genitali ben distinti; fra le ermafrodite perchè i due sessi sono contenuti nello stesso fiore; nella classe didinamia perchè ha quattro stami, due lunghi e due brevi; nell'ordine angiosperma perchè i semi sono contenuti in una cassula; nel genere digitale perchè ha il calice quinquepartito ineguale, la corolla quinquefida ventricosa; la cassula ovata bilocolare; e finalmente appartiene alla specie digitale purpurea perchè ha le foglie radicali assai grandi, ovali, velutate, i fiori di un rosso vivo pendenti, disposti in spiga unilaterale. L'avere la digitale purpurea gli organi sessuali ben distinti è una proprietà più generale di quella dell'essere i due sessi contenuti nello stesso fiore; la quale proprietà è a suo turno più generale di quella consistente nell'avere quattro stami, due lunghi e due brevi, e così di seguito per le altre proprietà d'ordine, di genere e di specie.

In che consistono i fenomeni, e da che cosa sono determinati?

In un cambiamento del modo di stare e di muoversi degli esseri, determinato da una variazione delle ragioni.

Dite dei diversi fenomeni cosmici?

Si distinguono tante categorie di fenomeni, quante sono

le categorie degli esseri, cioè i fenomeni molecolari, i fenomeni vegetabili, i fenomeni animali, i fenomeni astronomici.... Il solfo amorfo, molle e rosso che, abbandonato a se stesso, diviene cristallino, fragile e giallo, è un fenomeno molecolare, consistente in un cangiamento di struttura delle molecole: i particolari movimenti che produce la *mimosa pudica* quando viene leggiermente toccata è un fenomeno vegetabile consistente in un cangiamento del modo di stare e di muoversi della pianta; le pioggie delle stelle filanti che hanno luogo quando la terra incontra lungo il suo cammino qualche nebbia di materia cosmica, è un fenomeno astronomico consistente in un cangiamento nel modo di stare e di muoversi della materia ponderabile che forma la nebbia. Questi e tutti gli altri fenomeni sono eccitati dalle mutate ragioni d'esistenza, per le quali le forze ossia i centri di attività proprii degli esseri variano il loro modo di operare. Così, per esempio, le condizioni in cui il solfo rosso viene collocato, essendo diverse da quelle in cui si è formato, determinano le sue forze atomiche e chimiche a variare il loro modo di stare in equilibrio e quindi di muoversi, e per una tale variazione il solfo manifesta qualità nuove, avendo i suoi atomi acquistato un nuovo modo di stare e di muoversi.

Che cosa si intende per trasformazione?

L'atto in cui l'ente cessa di manifestarsi in un modo, di produrre dei dati esseri, ed incomincia a manifestarsi in un altro modo, a produrre degli altri esseri. Nella trasformazione distinguonsi due momenti, due atti: il momento in cui gli esseri viventi cessano di esistere, e questo momento chiamasi decomposizione, ed il momento in cui si formano i nuovi esseri, e questo momento chiamasi combinazione: nel primo momento, le parti cessano di gravitare e muoversi intorno ai centri degli esseri che formavano, nel secondo momento incominciano a gravitare e muoversi intorno ai nuovi centri degli esseri che prendono a formare.

Dite dei diversi generi di trasformazione?

Le trasformazioni diconsi molecolari, astrigene, planetarie, stellari... secondochè gli esseri che le subiscono sono le

molecole, gli astri, i sistemi planetari, i sistemi stellari... Le trasformazioni molecolari chiamansi *fisiche* se si limitano a far cangiare le molecole fisiche; *fisico-chimiche* se fanno ad un tempo cangiare le molecole fisiche e quelle chimiche: queste ultime trasformazioni chiamansi anche semplicemente chimiche perchè quando le molecole chimiche si trasformano, si trasformano anche quasi sempre le molecole fisiche. La soluzione del salnitro o di altro sale nell'acqua è una trasformazione fisica, perchè si decompongono solo le molecole fisiche del sale e dell'acqua, e le loro molecole chimiche, senza alterarsi, si combinano insieme e generano le molecole fisiche del soluto. Nell'azione dell' acido solforico sopra il carbonato di calce, ha luogo trasformazione fisico-chimica, perchè si decompongono ad un tempo le molecole fisiche e le molecole chimiche dei due corpi, e formansi delle nuove molecole sia fisiche che chimiche di solfato di calce, di anidride carbonica e d'acqua.

Di quali effetti sono cagione le trasformazioni in generale ed in particolare le trasformazioni molecolari?

L'ente nel trasformarsi cangia di forma, di struttura, di volume, e nel modo di muoversi, e genera quindi degli esseri, degli individui dotati di qualità diverse di quelle onde erano forniti gli esseri che prima formava. Il mosto d' uva diventa vino in virtù delle differenti trasformazioni che subiscono le molecole da cui è formato, e soprattutto per la trasformazione del glucosio, corpo di sapore dolce in alcole (spirito di vino) ed in acido carbonico. Quando nelle trasformazioni molecolari l'ente si condensa, le velocità vibratorie e rotatorie delle molecole crescono; e reciprocamente diminuiscono quando si espande. Nel primo caso la temperatura cresce e nel secondo diminuisce, e gli esseri che si sono formati per stabilire l'equilibrio di temperatura perdono o guadagnano del calorico, e quando l'aumento di velocità è molto considerevole, allora la trasformazione è accompagnata da sviluppo di fuoco (calore e luce). Nella rapida combustione del carbone, della legna... le molecole sia fisiche che chimiche, dell'ossigeno dell'aria e del combustibile

si trasformano in altre molecole e nel trasformarsi si condensano notevolmente, e per una tale condensazione le velocità delle nuove molecole crescono in un modo considerevole e sviluppano del fuoco.

La nascita, la morte e la generazione che cosa sono?

La nascita è l'atto in cui le parti, le forze minori si compongono in risultanti maggiori ed incominciano a gravitare e muoversi intorno dei nuovi centri, è l'atto in cui il molteplice forma l'uno. I germi degli esseri poliorganici nascono nel momento in cui le forze di più molecole fisiche cospirano verso lo stesso punto per generare la risultante, l'io, che ne costituisce la sua vita individuale, il suo essere. I germi si sviluppano e crescono, in quanto delle nuove molecole fisiche si fanno a gravitare intorno al centro del germe, ed intorno agli altri centri maggiori che progressivamente nascono e si formano secondo il piano che l'ente debbe eseguire, e l'essere che ha da edificare, dimodochè la vita degli esseri poliorganici si può considerare come una continua nascita, come un continuo individuarsi di nuove molecole intorno ai centri proprii dell'essere in corso di costruzione.

La morte è l'atto in cui le forze, le parti minori cessano di gravitare e muoversi intorno dei dati punti, per cui le risultanti si risolvono nelle loro componenti; il tutto si decompone in parti, l'uno si riduce in molteplice. Le piante e gli animali non si trasformano ma muoiono, e prima di morire generano dei germi dal cui progressivo sviluppo formansi dei nuovi esseri poliorganici simili ai genitori. La generazione è dunque l'atto in cui gli esseri poliorganici producono dei germi simili a quelli da cui essi stessi furono generati, e quindi simili ai germi primitivi stati direttamente generati dalle molecole terrestri, dai quali presero origine i primi individui delle differenti specie poliorganiche.

Dopo la morte degli esseri, l'io, l'anima, che ne costituiva la vita, dove va?

Ritorna nell'ente universale per formare degli altri esseri, salvo l'anima umana il cui principio spirituale, dopo essersi separato dal principio materiale, va, insieme colla forma geo-

metrica del corpo che vivificava, al Creatore a rendere conto del suo operato.

Perchè l'anima umana è immortale e vola dopo morte a Dio?

Perchè Iddio, avendola creata libera e ragionevole, ha voluto che, dopo la morte del suo corpo, si recasse da lui per ricevere il premio od il castigo dell'uso che ha fatto della libertà e del lume della ragione che le ha dato.

Che cosa è che determina la generazione, la nascita e la morte degli esseri?

Nell'ordine naturale è la volontà e la ragione universale dell'ente, nell'ordine soprannaturale è il piano, l'idea infinita che l'ente assoluto ha concepito nell'eternità, e che l'ente condizionale debbe copiare nel tempo. Una specie poliorganica si riproduce per generazione finchè le ragioni sono propizie alla vita degli individui in essa compresi, e cessa di riprodursi quando le ragioni non le sono più propizie, allora la specie muore perchè muoiono tutti gli individui che la costituiscono, e le molecole, se così comandano le ragioni, generano direttamente i primi germi di nuove specie capaci di vivere in quelle condizioni.

L'insieme delle ragioni che reggono l'universo come si chiama?

Divina Provvidenza, la quale presiede a tutte le cose, ossia a tutte le forme e qualità manifestate dall'ente condizionale.

CAPO V.

Dell'uomo e dell'umana società.

Che cosa è l'uomo?

È, come gli altri esseri cosmici, un'attività e ragione particolare che coi suoi moti descrive delle piccole sinuosità nell'immensa curva che ciascun essere terrestre descrive intorno al centro dell'universo, legata inferiormente colle attività e ragioni che la formano, e superiormente colle attività e ragioni che informa.

L'uomo a quale categoria d'esseri appartiene, e per quali proprietà si distingue da tutti gli altri esseri?

Spetta agli animali: si differenzia da tutti gli altri esseri perchè è libero nelle sue operazioni, ed ha la virtù di conoscere le attività e le loro ragioni, e di manifestare le sue cognizioni con adatte parole o con opportuni segni.

Che cosa si intende per libertà?

È la facoltà di muoversi in tutte le direzioni ed in tutti i modi e gradi possibili: si divide in libertà vera ed in licenza.

Che cosa è la vera libertà, la libertà propriamente detta?

È un'attività secondo la religione dell'uno e della retta ragione, ossia è un'attività conforme alle tendenze che l'ente ha ricevuto da Dio.

Che cosa è la licenza?

È un'attività contraria alla vera libertà.

Per quale motivo l'uomo fu creato?

Per conoscere Dio e l'universo e per mettere le sue operazioni, i suoi atti, d'accordo con le sue cognizioni.

Come si possono acquistare tali conoscenze?

Per mezzo della meditazione e dell'attenta osservazione dei modi di stare e di muoversi degli esseri che formano l'universo.

Come sta e si muove l'universo?

Sta nella religione dell'uno e si muove secondo la retta ragione.

Che differenza vi passa tra la ragione fisica e la ragione dell'uomo?

La prima è un prodotto che inconscientemente determina la direzione e governa le attività da cui emana, la seconda è un prodotto che scientemente e liberamente determina la direzione e governa le attività da cui deriva.

Perchè l'universo sta nella religione e si muove secondo la retta ragione?

Perchè Iddio, nell'atto della creazione, ha infuso tali virtù nell'ente condizionale che lo produce. La causa prima del giusto, del vero, del buono, del bello... è dunque Iddio, la causa seconda è la ragione in quanto obbedisce a Dio ossia

in quanto determina le forze a produrre dei movimenti religiosi, ordinati ed armonici. Il monoteismo, nell'infanzia del mondo, parlò ai sensi, nei tempi di mezzo al cuore, ora debbe parlare all'intelletto, essendochè il lume della ragione e dell'intelligenza, d'accordo colla voce del cuore e dei sensi, annunzia all'uomo che vi è un Dio solo.

Che relazione vi è tra l'uomo, l'universo e Dio?

L'uomo è legato per mezzo della gravitazione e della retta ragione all'universo, è animato di moti comuni con l'universo che non può variare, e di moti suoi proprii che è libero di variare. L'universo è legato per mezzo della gravitazione a Dio che lo anima, lo regge e lo governa. L'uomo, oltre di stare e di muoversi in Dio, è legato all'io divino per mezzo dell'universo.

Nell'universo che relazione vi è tra l'uno, la religione e la retta ragione?

L'uno, la religione e la retta ragione sono tre termini inseparabili: l'uno (io) è in quanto vi è la retta ragione e la religione che lo formano, facendo gravitare le parti verso lo stesso punto centrale; la religione è in quanto vi è l'uno, il centro, l'io, verso cui le parti gravitano e la retta ragione; la retta ragione è in quanto vi è la religione e l'io che è uno dei suoi fattori.

Che cosa debbono fare gli uomini per essere e muoversi nella via della libertà?

Debbono cercare di conoscere l'universo; di pensare come pensa l'universo, e di volere ed operare ciò che vuole ed opera l'universo: in ciò consiste la vera libertà di coscienza, la vera libertà di pensare, e la vera libertà di volere e di parlare. La coscienza, in quanto conosce l'universo, è il santuario della moralità e della religione: l'intuito, in quanto vede e pensa l'universo, è il sole della verità e della giustizia, la volontà, quando opera secondo le tendenze dell'universo, è il regno dell'ordine e dell'armonia, e quindi della vera felicità, la voce, in quanto parla come l'universo, è il verbo divino. Chi opera diversamente sta e si muove nell'errore, nell'immoralità e nell'iniquità, ossia nel male.

Che cosa si intende per verità, e come si giunge a conoscerla?

La verità è ciò che sta e dura, secondo la religione dell'uno e della retta ragione. Se ne acquista la cognizione con leggere i fatti naturali per mezzo dei sensi esterni, dell'osservazione, e con attaccarli per mezzo del lume interno dell'intuito e della ragione (meditazione), alle loro cagioni; con decomporre per mezzo dell'analisi il tutto nelle sue parti, e con unire, per mezzo della sintesi, le parti onde formare il tutto, ossia con legare, per mezzo della gravitazione universale (religione dell'uno) e della retta ragione, i fatti e le cagioni minori ai fatti ed alle cagioni maggiori, e tutti i fatti, tutte le cagioni al fatto ed alla cagione suprema che chiamasi universo, e l'universo a Dio. In ciò consiste il sapiente e rigoroso metodo di *provare* coll'osservazione e coll'analisi, e di *riprovare* colla meditazione e colla sintesi, e di non ammettere per vero che ciò che è *provato* e *riprovato*, essendochè la vera scienza consiste in una serie completa di cognizioni intorno ad una data cosa, e nel collocare le verità che si conoscono in quel luogo e tempo che le appartiene secondo l'ordine dell'universo.

Che cosa si intende per moralità, per giustizia?

La moralità è ciò che è conforme alla verità, essendochè il supremo principio morale consiste nel riconoscere praticamente ciò che direttamente si conosce. La moralità non istà quindi nella volontà di fare la buona azione, ma bensì nelle ragioni rette e religiose che determinano la volontà di fare l'azione che è buona. La giustizia è l'ordinato equilibrio tra il nostro e l'altrui bene.

Che cosa debbe dunque fare l'uomo per conseguire il fine per cui fu creato?

Debbe gravitare e muoversi secondo la religione e la retta ragione, soprattutto intorno al supremo centro del motore immobile, ossia intorno a Dio da cui è attirato e mosso, ed intorno a tutte le unità intermedie, come le unità minori gravitano e si muovono intorno alla sua unità, o con altre parole, debbe amare Iddio sopra ogni cosa ed il prossimo

come se stesso, debbe operare in un modo conforme alla sua natura ed a quella dell'universo.

Come chiamansi le attività umane, le libertà a seconda delle unità che formano?

Se formano o tendono a conservare il proprio individuo, diconsi attività o funzioni di nutrizione, se a conservare la propria specie, diconsi funzioni di riproduzione, se tendono a formare e conservare la famiglia, chiamansi doveri di famiglia; e così di seguito per le altre attività gerarchicamente di più in più grandi.

Come debbono operare gli uomini per conservarsi e quindi amare se stessi?

Debbono lavorare per guadagnarsi di che vivere, e soddisfare ai proprii bisogni; abitare luoghi salubri; essere netti di corpo e nelle vestimenta; sobrii e temperanti nel mangiare ed in ogni altra cosa; non indurre alcuna alterazione nei loro organi e nei moti da cui sono normalmente animati.

Che cosa debbono fare gli uomini per conservare la loro specie e formare l'unità di famiglia?

Debbono, giunti alla pubertà, se tale è la loro vocazione, unirsi in matrimonio; un uomo debbe congiungersi con una sola donna e reciprocamente, altrimenti non si forma l'uno, ma il molteplice.

Chi debbe essere il capo di famiglia, l'uomo o la donna?

L'uomo, perché dotato di maggiore virtù della donna.

Che cosa si intende per virtù?

La capacità più o meno grande di equilibrare ed accordare le proprie attività con quelle degli altri. Principio e scopo della virtù è di far prevalere la retta ragione; la virtù se riguarda le cose è prudenza; se regola gli atti è giustizia; se raffrena le passioni è temperanza; se trionfa del timore è coraggio... In generale alla maggiore virtù trovasi congiunta maggiore forza materiale, e gli uomini sono quindi più forti delle donne.

Che cosa si intende per dovere?

L'obbligo che ciascuno ha di stare nella religione dell'uno

e di muoversi secondo la retta ragione, ossia di stabilire delle relazioni ordinate, equilibrate ed armoniche con le diverse forme (famiglia, comune...), che costituiscono lo stato sociale.

Quali sono i doveri dei genitori verso i loro figliuoli?

I genitori debbono alimentarli, vestirli, educarli ed istruirli secondo la religione e la retta ragione, e farli lavorare secondo le loro forze e la loro vocazione.

Quali sono i doveri dei figliuoli verso i genitori, e verso i fratelli?

Debbono amare, rispettare ed ubbidire i loro genitori, amare i loro fratelli, ed eseguire i lavori che li sono assegnati a vantaggio della intiera famiglia.

Che cosa si intende per vocazione?

È una naturale attitudine ad eseguire piuttosto un lavoro che un altro, e siccome il bello è l'armonico intreccio del vario nell'uno, così l'universo, per produrre il bello sociale, genera gli uomini con attitudini diverse.

Da che cosa dipendono le diverse attitudini degli uomini?

Dal loro diverso modo di essere, ossia dalla loro diversa forma ed intima struttura, dalla loro diversa essenza.

Le famiglie per osservare la religione dell'uno, che cosa debbono fare?

Debbono con ordine gerarchico unirsi in società equilibrate ed armoniche, di più in più grandi. Perchè fuori dell'ordine e dell'armonia, non vi è vera felicità. Se gli organi da cui siamo formati non vibrano armonicamente, se non vi è armonia nelle famiglie, nei comuni, nello Stato... gli uomini, le famiglie, i comuni, lo Stato... non sono felici ma soffrono.

Che cosa è uno Stato, una Nazione?

È un'istituzione naturale e divina, un individuo sociale risultante da più uomini individuati in famiglie, indi in comuni, poi in circondari, in provincie ed infine nella suprema unità che chiamasi Stato, Nazione.

Che cosa si debbe distinguere in uno Stato?

I capi che governano e presiedono alle unità minori, ed i governati, cioè il capo supremo dello Stato, i capi delle

provincie cioè i prefetti, i capi dei circondari detti sotto-prefetti, i capi dei comuni detti sindaci, ed i capi di famiglia; si debbe inoltre distinguere: il potere docente che studia ed insegna le leggi dell'universo, il potere legislativo che ha il compito di fare delle leggi civili conformi a quelle dell'universo; il potere amministrativo che fa osservare le leggi decretate dal Sovrano, ed il potere giudiziario che condanna alle stabilite pene i trasgressori delle leggi dello Stato. Tutti questi poteri sono strettamente legati tra loro e col potere Sovrano che decreta l'esecuzione delle leggi e comanda le forze dello Stato. Primo fra i poteri è il docente, che debbe servire di norma suprema a tutti gli altri; onde armonizzarli insieme e ridurre le diverse unità, politica, legislativa, amministrativa, giudiziaria..... all'unità suprema dello Stato.

Da chi debbono essere nominati i capi delle diverse unità sociali, ed i consiglieri che formano con essi la ragione di ciascuna unità?

In uno Stato in via di formazione, debbono essere nominati dal popolo, in uno Stato formato il supremo capo debbe progenerarsi di padre in figlio, e gli altri capi debbono avere una nomina doppia, cioè debbono essere scelti dall'unità suprema, od anche dall'unità immediatamente superiore fra i consiglieri delle unità inferiori stati eletti dal popolo. I consiglieri dell'unità suprema, come pure i segretari di Stato, debbono essere scelti dal Sovrano, fra gli uomini i più virtuosi ed i più sapienti.

I legislatori, i giudici da chi debbono essere eletti?

I legislatori, per stabilire l'equilibrio tra il popolo ed il Sovrano, debbono essere in parte nominati dal Sovrano, ed in parte eletti dal popolo. I giudici debbono essere scelti dal Sovrano, fra gli uomini che meglio conoscono lo spirito delle leggi.

Gli Stati retti ed organati nel modo che si è indicato che cosa costituiscono?

La specie chiamata monarchia costituzionale, il cui capo supremo chiamasi principe, Re od Imperatore.

Chi è il Re, l'Imperatore?

L'io personale e reale dello Stato; il capo della famiglia dinastica, la quale è naturalmente e storicamente superiore alle altre famiglie.

È più conforme alle leggi dell'Universo la monarchia costituzionale o la repubblica?

La monarchia costituzionale, perchè offre un equilibrio più ordinato e più stabile della repubblica, nella quale la nomina del presidente è causa di disordine, e perchè gli Stati essendo degli individui simili agli animali, debbono, come questi, avere la virtù di progenerarsi, altrimenti non raggiungono lo scopo verso cui tende la natura, di formare la specie poliorganica, di specificare gli esseri.

Ma gli Stati repubblicani si riproducono anche colla nomina dei nuovi presidenti?

Questo è il modo con cui si formano i primi individui di una specie poliorganica, ma non quello con cui la specie si riproduce. Nella riproduzione della specie, la monade, l'io supremo di un individuo, si moltiplica generando dei germi, dal cui sviluppo formansi individui simili; la monade, l'io supremo di uno Stato contenuto nel Sovrano, debbe anche riprodursi per moltiplicazione di padre in figlio.

Se la monarchia costituzionale è uno Stato naturale, come spiegare la trasformazione delle monarchie in repubbliche?

Ciò dipende da che i sovrani e gli uomini di Stato non reggono e governano secondo la retta ragione, od anche da ignoranza e depravazione del popolo.

Che cosa si debbe fare per conservare e perfezionare gli Stati monarchici?

Bisogna: 1° Educare ed istruire i giovani onde sappiano regolare gli impulsi del cuore secondo la religione e la retta ragione. 2° Che siano elevati al grado di capi, maestri, legislatori, amministratori, giudici, gli uomini più virtuosi, più intelligenti e più meritevoli di occupare tali posti. 3° Che singoli gli uomini e soprattutto i rettori, adempiano ai proprii doveri, che tutti lavorino per il bene proprio e per quello del prossimo, e concorrano, secondo le loro forze, a

soddisfare ai bisogni dello Stato, ed a perfezionarlo e mantenerlo in armonico equilibrio.

Quanti e quali sono i doveri degli uomini individuati in uno Stato?

A parte i doveri che gli uomini hanno verso la famiglia, verso il comune, la provincia e lo Stato..... e che debbono compiere descrivendo un'armonica curva intorno al centro supremo, in cui vi sono tante sinuosità quante sono le unità minori di cui fanno parte, ciascun uomo ha verso gli altri dei doveri particolari e diversi a seconda della natura delle relazioni, e debbe essere solerte negli affari, probo nel traffico, benevolo nel conversare, compassionevole e benefico verso i miseri, grato verso i benefattori, consolare gli afflitti, perdonare e biasimare le offese, ammonire i trasgressori della legge, lodare e favorire ciò che è buono e bello, condannare e combattere ciò che è cattivo....

Perchè in uno Stato gli uomini debbono lavorare?

Perchè la vita dello Stato consiste appunto nell'ordinata armonia dei diversi lavori che compiono gli uomini che lo formano, e chi non lavora per se, o per il bene dello Stato, è nocivo od inutile. È nocivo, se non essendo proprietario di beni, debbe lavorare per guadagnarsi di che vivere, è inutile se avendo dei beni proprii, non lavora per il benessere dello Stato.

Ma è giusto che alcuni possedano dei beni ed altri non ne possedano, che alcuni siano ricchi ed altri poveri?

Il bene, la proprietà, essendo un prodotto del lavoro, ossia della trasformazione di energie potenziali in energie attuali, ne viene che debbe appartenere, essere proprio del produttore, altrimenti chi non lavora goderebbe il frutto di chi lavora, lo che sarebbe ingiusto. La proprietà è dunque una cosa conforme all'equità ed alla giustizia.

Ma i beni posseduti dalla più parte dei ricchi presenti non sono un prodotto del loro proprio lavoro e non dovrebbero quindi esserne i proprietari?

Chi diviene, lavorando, proprietario di beni, non debbe solo avere il diritto di goderli esso stesso, ma ancora quello

di poterli lasciare ai suoi figli, ai suoi eredi. È dunque giusto che i presenti abbiano la proprietà dei beni che li furono legati dai loro predecessori, o con altre parole, che godano il frutto delle fatiche dei loro avi. La proprietà non è dunque un furto, ma bensì il legittimo ed onesto prodotto della virtù e del lavoro.

Che cosa è il diritto?

È l'inviolabilità di chi adempie ai suoi doveri, di chi osserva i comandamenti della legge di Dio, e le leggi civili dello Stato, e la ragione che ciascuno ha, che gli altri compiano i loro proprii doveri, ed osservino gli stessi comandamenti, le stesse leggi, dimodochè l'uomo impara i suoi diritti nell'adempiere ai suoi doveri.

Tra la povertà e la soverchia ricchezza non vi è ragione armonica, ed i poveri dovrebbero avere il diritto di partecipare ad una porzione dei beni e delle felicità che godono gli opulenti?

L'armonia fra la povertà e la soverchia ricchezza, debbe essere stabilita dallo Stato, e non dai poveri, con appropriarsi una porzione dei beni dei ricchi. In quanto alla felicità, è felice chi è contento del suo stato, e se gli opulenti hanno più felicità, più energie attuali dei poveri, i poveri hanno più felicità, più energie potenziali dei ricchi, i quali quando abbiano rese attuali tutte le felicità potenziali, tutte le speranze, sono gli uomini i più infelici del mondo, essendochè avendo senza fatica soddisfatto a tutti i loro capricci ne sono ristucchi e non li sentono più, locchè è assai più cattivo che avere molti bisogni senza poterli soddisfare. Contentatevi dunque, o poveri, del vostro stato e procurate di migliorarlo col lavoro e colla virtù; e voi, o ricchi, ponete fra i primi vostri bisogni, quello di amare e soccorrere i veri poveri.

Che cosa debbono fare i centri sociali, i governanti per perfezionare lo Stato e mantenerlo in armonico equilibrio?

Debbono: 1° Sostituire leggi razionali e naturali, accordanti colla realtà delle cose, a leggi artificiali contrarie a ragione e a natura. 2° Procurare di far passare i denari dalle

tasche dei ricchi in quelle dei poveri, con promuovere le arti, le industrie, i lavori pubblici che rendono più utili, più buone e più belle le cose naturali. 3° Suonare una musica in cui possano coesistere tutte le libertà, in cui una libertà non soffochi le altre, e di elevare od abbassare il tono delle libertà, secondochè sono troppo deboli o troppo intense. 4° Procurare che ciascuno occupi nello Stato, un posto conforme alla sua natura, e sia eguale agli altri avanti alla legge, e fare in modo che la libertà sia sempre figlia della religione dell'uno e della ragione, e madre dell'ordine e dell'equilibrio, giacchè senza l'uno supremo, senza Dio non vi è religione, e senza religione non vi è l'umana moralità, anche nei doveri civili; dall'amore e dal rispetto di Dio, nasce l'amore ed il rispetto umano, dalla religione di Dio nasce la religione del genere umano, la religione di Stato.

In che modo lo Stato si debbe procurare i denari di cui abbisogna?

Per mezzo d'imposte eque e giuste, che gli uomini, e sovrattutto i ricchi, debbono pagare per mettersi d'accordo coi poveri, per la pubblica sicurezza delle persone e delle cose, e per le altre funzioni dello Stato.

Quali sono le imposte le più eque?

Le imposte sugli affari, sulla successione dei beni, sulla ricchezza, ossia sull'entrata e sull'uscita, e siccome chi più possiede, più spende o dovrebbe più spendere, così oltre ad un'imposta proporzionale all'entrata, vi dovrebbe essere un'altra imposta proporzionale all'uscita basata sull'entrata. Il dazio consumo, l'imposta sul macinato e le altre imposte che colpiscono i poveri sono ingiuste, immorali e vessatorie e vanno tolte. Il pane quotidiano non va gravato d'imposta. A preferenza di un'imposta sul macinato, si dovrebbe mettere un'imposta sugli attrezzi e sui vasi che servono alla produzione e conservazione del vino.

Quale debbe essere lo scopo di uno Stato?

Uno Stato debbe avere per fine di conservare se stesso e di riprodursi; e di stabilire dei rapporti ordinati ed armo-

nici con gli altri Stati, onde formare la suprema unità chiamata umanità.

Gli Stati su che cosa debbono essere fondati? Sull'aristocrazia, sul clero, sul popolo o sulla ricchezza?

Su nessuna di queste cose, ma sulla religione dell'uno e sulla retta ragione. Governanti e governati, popolo e clero, ricchi e poveri, tutti in una parola gli uomini che formano uno Stato, a cominciare dal Sovrano, debbono stare e muoversi nella via dell'ordine, della verità e della giustizia, e circoscriversi reciprocamente i posti che debbono, secondo la loro natura, occupare, ed il modo e grado con cui debbono agire.

In uno Stato è necessaria la forza armata?

Non sarebbe necessaria se tutti seguissero la via del vero e del giusto, ma siccome gli uomini non sono degli dèi, così vi debbe essere una forza armata per far prevalere la religione e la retta ragione, e per punire i trasgressori della legge. Gli Stati debbono intanto per mezzo dell'educazione e dell'istruzione, e per mezzo di grandi lavori pubblici cercare di diminuire le spese della forza armata, essendochè tanto più uno Stato acquista di potenza morale, tanto meno ha bisogno di forza materiale.

Quali lavori dovrebbero farsi eseguire da uno Stato?

Prosciugare ed infertilire i terreni paludosi, incanalare i torrenti, imboschire le montagne e le foreste, mantenere le strade ed i ponti in ottimo stato, ed una proprietà e polizia generale nelle città e nei paesi, coltivare e scrutare la terra in tutte le sue parti onde scoprirne la sua storia, ed i tesori che nasconde.

Che cosa debbe fare uno Stato degli uomini antisociali e cattivi?

Si debbono punire a seconda della natura del mancamento, o con metterli in case correzionali, o con eliminarli fuori dello Stato trasportandoli in terre selvatiche e straniere, o con distruggerli per impedire che essi stessi distruggano i galantuomini e lo Stato; altrimenti lo Stato pecca contro la propria conservazione e contro quella degli uomini buoni.

Come gli individui naturali si formano e si conservano in quanto scacciano ed eliminano ciò che li è nocivo, così uno Stato per conservarsi debbe eliminare e mettere fuori di esso, tutti coloro che non vogliono obbedire alle sue leggi.

Chi debbe essere il comandante supremo della forza armata di uno Stato?

Come le forze proprie di ciascun uomo sono sotto l'impero della sua volontà, così il comandante supremo della forza armata, debbe essere il Sovrano in cui è contenuto la volontà dello Stato.

Da chi i Sovrani ricevono la podestà di comandare e di far eseguire le leggi dello Stato?

Dalla volontà e dalla ragione dell'Universo, e siccome l'Universo è opera di Dio e gravita e si muove intorno a Dio, così in ultima analisi la podestà, l'autorità dei Sovrani viene da Dio. *Omnis potestas est a Deo.*

La volontà sovrana, il potere regio è limitato od illimitato?

È limitato dalla religione dell'uno e dalla retta ragione da cui deriva, ed in cui debbe cercare di conservarsi, altrimenti non è più un vero potere regio, ma una forza materiale bruta. « Un principe che può fare ciò che vuole è pazzo, un popolo che può fare ciò che vuole non è savio (Macchiavelli) ». I Re che bramano di conservare e riprodurre il loro potere regio, ed i popoli che amano lo Stato, debbono quindi stare nella religione dell'uno, ed operare secondo la ragione dello Stato.

CAPO VI.

Diversi generi di verità.

Quanti generi di verità si possono distinguere?

Si possono distinguere le verità apodittiche, le verità razionali, le verità di fede razionale e le verità di fede cieca.

Quali sono le verità apodittiche?

Sono quelle vedute dall'intuito e dimostrate dall'osservazione e dalla ragione. Che l'Universo risulti di una sostanza

unica, in parte condensata in atomi ed in parte rarefatta in etere, che gli atomi siano con ordine gerarchico individuati in esseri di più in più grandi; che le cose minori gravitino e si muovano, giusta il sistema di Copernico, e le leggi di Keplero intorno i centri delle cose maggiori.... che tutte le parti del creato siano accordate in una sublime ed ammirabile armonia.... sono, per esempio, delle verità apodittiche.

Quali sono le verità razionali?

Sono quelle vedute dall'intuito e dimostrate dalla ragione. Che la sostanza universale, l'ente condizionale risulti di due principii, che non sii eterna, ma stata creata per la combinazione dei due principii che la informano, che i grandi sistemi astronomici gravitino e si muovano con ordine gerarchico intorno ai centri di altri sistemi successivamente maggiori, sino a formare l'immenso sistema chiamato Universo, intorno al cui centro gravitano e si muovono tutti gli altri sistemi.... sono verità razionali.

Quali sono le verità di fede razionale?

Sono vedute immaginarie dell'intelletto che trovansi d'accordo col lume della ragione. Che vi sia un Dio solo onnipotente, onnisciente, creatore e governatore dell'Universo; che l'anima umana sia immortale, che vi sia dopo la morte del corpo il paradiso per le anime dei buoni, e l'inferno per quelle dei cattivi.... sono verità di fede razionale.

Quali sono le verità di fede cieca?

Sono vedute immaginarie dell'intelletto che non trovansi d'accordo col lume della ragione. I misteri dell'Unità e Trinità di Dio, l'Incarnazione, Passione, Morte e Risurrezione di Gesù Cristo.... sono verità di fede cieca.

I fatti che si trovano per mezzo dell'osservazione e dell'esperienza, sono anche delle verità?

Sono parti di verità e non diventano verità apodittiche complete, se non sono attaccate alle cagioni da cui sono prodotti ed alle ragioni da cui sono determinati, se non si sa dietro quali cause, in forza di quali ragioni i fatti si manifestano, se non si conosce la triade (ragione, causa ed effetto), e l'unità che mostransi in ogni cosa, in ogni compo-

sizione, se l'intuito « non si profonda nel vero in che si queta l'intelletto (Dante)». Imperocchè la percezione dei sensi esterni di per se non è ancora scienza; la teleologia della natura non è effetto immediato del metodo sperimentale, ma è frutto del pensiero scientifico, il quale sortito dal mondo sensibile entra nella regione della pura intelligenza, onde concepire delle forme vive distinte dei fenomeni ed ordinarle come si trovano nello spazio e si succedono nel tempo.

Quali sono le verità che debbono essere insegnate nelle scuole dello Stato?

Le verità apodittiche e razionali e soprattutto quelle che tendono a formare e conservare l'uno e quindi lo Stato. Come la vita universale dell'ente promuove naturalmente la perfezione delle vite particolari da cui essa risulta, così la vita dello Stato debbe scientemente determinare le volontà, le vite particolari di cui si compone, a progredire nella via della perfezione, ossia del vero e del giusto, essendochè la perfezione del tutto è inseparabile da quella delle parti che lo formano.

Debbe lo Stato proibire che si insegnino cose contrarie alla religione dell'uno?

Certamente: siccome lo Stato ha il dovere di conservarsi così ha il diritto di proibire tutto ciò che può tendere ed alterare e turbare la sua esistenza. Lo Stato debbe quindi proibire che si insegni l'ateismo, il materialismo, ed altre cose contrarie alla religione dell'uno e che mirano a ridurre l'uno in molteplice.

Ma allora non vi sarebbe più libertà di coscienza, libertà di pensiero?

A ciascuno debbe essere lecito di mettere o no la sua coscienza, i suoi pensieri d'accordo con la coscienza e con il pensiero dell'universo, ma non gli debbe essere permesso di propagare agli altri delle cose che sono contrarie alla religione dell'uno in virtù della quale lo Stato esiste e dura, altrimenti lo Stato mancherebbe al dovere che ha di conservarsi e riprodursi.

Che cosa si debbe fare per avere l'unità d'insegnamento?

Bisogna che le opere di testo delle diverse scuole e soprattutto di quelle primarie e classiche, siano redatte da apposite giunte composte degli uomini i più sapienti cioè che meglio conoscono il trattato dell'universo, e segnatamente la religione dell'uno e la retta ragione, e che la parola (verbo esterno) ed il pensiero (verbo interno) di chi insegna sia simile al pensiero dell'universo.

Le verità di fede cieca dove e da chi debbono essere insegnate?

Nei templi, nelle chiese dai ministri dei culti delle religioni positive: esse vanno separate dall' insegnamento delle altre verità. I laici debbono insegnare la morale fondandosi sopra i principii della religione naturale: gli ecclesiastici fondandosi sopra la religione della grazia di Cristo.

Possono anche i ministri dei culti religiosi insegnare nelle scuole dello Stato?

I ministri de' culti religiosi, essendo cittadini dello Stato, debbono avere il diritto di insegnare nelle scuole dello Stato, purchè in esse non vi insegnino le verità di cieca fede.

Il Governo ha il diritto di richiedere che i giovani aspiranti a divenire ministri di culto religioso frequentino le scuole dello Statò?

La coltura letteraria e scientifica, essendo la via che conduce ai veri culti religiosi, i ministri dei culti, esercitando le loro funzioni nello Stato, debbon sapere ciò che si insegna nelle scuole dello Stato, ed il Governo ha il diritto di accertarsene. Sarebbe anzi necessario che lo Stato richiedesse che i ministri dei culti, tranne quelli che occupano i gradi inferiori, fossero laureati nelle scienze filosofiche, « onde non siano ciechi speculatori della Chiesa, orbati della vista e della scienza (Sant'Antonio da Padova) ».

Quale è la religione sovrannaturale positiva che più si accorda colla religione naturale?

La religione di Cristo figliuolo di Dio che ci insegna le virtù per ben vivere, l'immortalità per ben morire, i modi di ottenere da Dio colla potenza della preghiera la grazia di progredire nella via della verità e della giustizia, che, in

nome della Verità eterna, intima al male, all'errore d'ogni e qualsiasi specie di stare da noi lontano, e che, d'accordo colla scienza dell'universo, tende a ridurre il genere umano ad un'unità suprema ordinata, equilibrata ed armonica.

Quale è la più eccellente orazione?

Quella che Gesù Cristo medesimo ci ha insegnato cioè il *Pater noster.*

In uno Stato il supremo dominio a chi spetta? Al Sovrano temporale, od al Sovrano spirituale?

Nelle cose temporali spetta al Sovrano civile dello Stato, nelle cose puramente spirituali di fede cieca al Papa.

Come debbono comportarsi le due supremazie per procedere d'accordo tra loro?

È necessario che la Chiesa rispetti l'autorità ed i legittimi diritti dello Stato, e lo Stato l'autorità ed i diritti della Chiesa, e che le forme vive descritte dalle due supremazie, dai due codici civile e cristiano, siano simili all'originale, e conformi alla religione dell'uno ed alla retta ragione, alla verità eterna a cui debbono obbedire e i Re, e i Papa, e tutti gli altri uomini. « Affine che prosperino la Chiesa e l'Impero, fa mestieri che Sacerdozio e Monarchia siano direttamente connessi, e accomunino gli sforzi per la pace del mondo (Gregorio VII Papa) » e per mantenere gli uomini individuati in Stati ordinati ed armonici, e gli Stati legati insieme per mezzo di amichevoli ed eque relazioni. Così sia.

FINE DELL' OPERA.

TAVOLA DELLE MATERIE.

Opere dello stesso Autore.

TEORIA MECCANICA del calore notevolmente perfezionata, 1866 . . . . L. 6 »

PRINCIPII FONDAMENTALI di filosofia della Storia Universale, 1860 . . . . » 1 20

INTRODUZIONE ALLA MECCANICA ED ALLA FILOSOFIA DELLA NATURA, due vol. in 8°, con figure intercalate nel testo, 1855-60 . . . . . . » 21 »

THÉORIE ANTAGONISTE d'attraction et de rotation contenant toutes les sciences de l'univers, 1854 » 5 »

TRATTATO ELEMENTARE di chimica inorganica ed organica, 2 vol. in 12, 1852 . . . . » 6 »

MANUALE DEI DROGHIERI . . . . . . » 1 50

TRATTATO DI FARMACIA teorico-pratica applicata alla terapia, 2 vol. in 12 . . . . . » 10 »